

JÓZSEF ATTILA TUDOMÁNYEGYETEM

VILLAMOS MŰSZEREK ÉS MÉRÉSEK TANTÁRGY ÖSSZETETT  
ÁRAMKÖRÖK MEGTANITÁSI PROGRAMCSOMAGJA ÉS A PROG-  
RAMCSOMAG ÁLTAL ELÉRT EREDMÉNYEK ÉRTÉKELESE

TÉMAVEZETŐ: DR. NAGY JÓZSEF  
EGYETEMI TANÁR

SZEGED 1983

## E L Ő S Z Ó

Az 1981-82 tanévben a 618.sz. Ipari Szakmunkásképző Intézetnél kísérleti jelleggel feldolgozásra került a villamos műszerek és mérések tantárgy váltakozó áramú méréseinek megtanítási programcsomagjai. A megtanítási programcsomagok egyetemi szakdolgozatok keretében készültek. A tanév folyamán a villamos műszerek és mérések tantárgy egyenáramú méréseinek megtanítási programcsomagja Kiskunhalason, a műszerek tematikus egység megtanítási programcsomagja a nyíregyházi Szakmunkásképző Intézetnél került kidolgozásra. Az 1982-83-as tanévben a nyíregyházi és kiskunhalasi Szakmunkásképző Intézetben 122 tanuló bevonásával a teljes másodéves villamos műszerek és mérések tantárgy megtanítási programcsomagjai felmérésre kerültek. A megtanítási programcsomagok, az elért eredmények a tananyag feldolgozásának tapasztalatai és módszerei egy szakdolgozat /Farkas László műszaki tanár, Nyíregyháza/ és két doktori disszertáció /Kövesdi László és Perényi Rezső műszaki tanárok, Kiskunhalas/ anyagát alkotják.

A szakdolgozat és a doktori disszertációk bevezető fejezete közös alkotás, egyes tematikus egységek kidolgozása viszont egyéni munka.



Az elkészült programcsomagok, valamint azok elméleti elemzése lehetőséget kínál más tantárgyakban kidolgozható megtanítási programcsomagokhoz. Különösen könnyen adaptálható a megtanítási programcsomag azoknál a tantárgyaknál amelyek a gyakorlati tevékenységre építenek.

## TARTALOMJEGYZÉK

1. Az oktatással szemben támasztott társadalmi követelmények
  - 1.1. Az oktatás programozása, fejlődésének áttekintése
  - 1.2. Megtanítási programcsomagok
  - 1.3. Az egyéni és mikrocsoportos munkaformák a tanítási órákon
2. A villamos műszerek és mérések tantárgy megtanítási programcsomagba szervezésének követelményei
  - 20.1. Struktúrális elemzés
  - 2.1. Általános stratégiák és irányelvek a villamos műszerek és mérések tantárgy megtanítási programcsomagjainak feldolgozása szempontjából a tanítási órákon
    - 21.1. Az alkalmazott oktatási stratégiák a mérési órák folyamán
    - 21.2. A megtanítás stratégiája
    - 21.3. A mérési foglalkozások idő és tevékenység vizsgálata

3. Váltakozó áramú mérések összetett áram-  
körökben megtanítási programcsomagjának  
kialakítása

3.1. A feldolgozásra kerülő tematikus egység  
anyaga

3.2. Az alkalmazott mérőműszerek

4. Váltakozó áramú mérések összetett áram-  
körökben megtanítási programcsomagjával  
elért eredmények értékelése

5. Váltakozó áramú mérések összetett áram-  
körökben megtanítási programcsomagja

5.1. Tanári programfüzet

5.2. Feladatbank

5.3. Feladatbank javítókulcsa

5.4. Írás és diavetítő ábrák

6. A villamos műszerek és mérések tantárgy  
kísérleti tanításának értékelése

7. Felhasznált irodalom

Melléklet

Mérőpanelek fényképe

Műszerkönyvek

## 1. Az oktatással szemben támasztott társadalmi követelmények

Aki ma valamilyen iskolát elvégez, "nem fejezte be", egész életében hozzá kell tanulnia, folyton új ismeretanyagot kell szereznie, új képességekre kell szert tennie. Ehhez a folytonos tanuláshoz a hagyományos oktatási technika már nem elegendő. A szervezett keretek között zajló iskolai oktatás sem képes megbirkózni ezzel a ténnyel, hogy a tanulók között fejlődésbeli különbségek vannak, hiszen a tapasztalatok és kutatások egyértelműen bizonyították, hogy azonos életkorú, felkészültségű tanulók különböző idő alatt képesek azonos tanulási feladatot egyforma színvonalon megvalósítani. A társadalom viszont a beilleszkedés elemi feltételeként olyan magatartásbeli fejlettséget követel meg, melyet a tanulók kisebb hányada tud csak produkálni, mely az esélyegyenlőtlenség növekedéséhez vezet. Napjaink társadalmi fejlődésének egyik legjellemzőbb vonása a tudomány és technika társadalmi jelentőségének nagyarányú növekedése, melyből logikusan következik a tudományok termelőerővé válásának folyamata. Ez magával hozza a nevelés és oktatás tartalmi és formai tényezőinek korszerűsítését, hatékonyságának növelését.

A hatékonyság fokozásának lehetőségei alatt Kiss Árpád szerint a következőket kell értenünk:

- Pontosan meg kell határozni a nevelési célon belül a konkrét tanulási célokat és feladatokat, valamint ki kell dolgozni azokat az eszközöket, amelyekkel megmérhetjük, hogy egy tanuló milyen szinten érte el a kitűzött célokat.
- Meggyőző kísérletek alapján kell dönteni, hogy milyen anyagot, milyen formában, milyen eszközök segítségével lehet a legeredményesebben oktatni.
- Meg kell határozni, milyen szervezeti formában előnyös egy tantárgy tanítása-tanulása /osztály, kiscsoport, egyéni tanulás/.
- Az oktatás tervezésénél az összes igénybevehető eszközöket és szervezeti formákat tekintetbe kell venni. /Programok, programcsomagok/ és eszközök /műszerek, panelek/.

Az oktatás hatékonyabbá tételének ezen elemei megkövetelik az új tanítási-tanulási módszerek alkalmazását, melynek napjainkban egyik stratégiája a programozásra épülő, a megtanítási programcsomagba szerveződött információk és eszközök rendszere.



### 1.1. Az oktatás programozása, fejlődésének áttekintése

A hatvanas években az oktatás újszerű formái kezdtek kialakulni, melyet a pedagógusok és pszichológusok programozott oktatás néven ismertettek. Ez valójában nem új dolog, hiszen Walter Fuchs híres Szokratészi tanításának lényege is abból állt, hogy a tanuló és nevelő közötti párbeszéd a probléma felvetésével és kibontakozásával irányított gondolkodás volt, a nevelő által előre tervezett cél felé. Quintiliánus is arról írt a szónokok képzéséről írt művében, hogy a tanító kérdésekkel tegye próbára növendékei ítélőképességét, és egyetlen hibás válasz javítását se mulassza el. A növendék küzdjön meg az eredményért, de ezt a küzdelmet úgy kell irányítani, hogy legtöbbször érezhesse a siker örömét.

Comenius: Didaktika Magna- című művében a korszerű tankönyv elkészítésénél követelményként állítja annak az elvnek a megvalósulását, mely szerint a tananyagnak olyannak kell lenni, hogy tanító nélkül is rávezessék a tanulókat a megértésre, ezért párbeszédes formában kell megalkotni a tankönyveket.

Descartes az igazi ismeretekhez való eljutás módszertani elveként arra figyelmeztet, hogy gondolkodásunk

szigorú rendet követve, lépésről-lépésre haladjon az egyszerűtől a bonyolultabb, a könnyebbtől a nehezebb ismeretek felé.

Hilgard-nak a programozott oktatásnál alkalmazott pedagógia elveit három csoportba lehet sorolni.

a./ Inger-válasz elmélet alapján felállítható elveket, melyek magukba foglalják a tanuló aktivitását, az ismétlések gyakoriságát, a megerősítést, az anyag változatos összefüggésében való tárgyalását és a motivációt.

b./ A megismerési /kognitív/ elmélet által bizonyított elveket, melyek a lényeges mozzanatok bemutatását, az egyszerűről az összetettre való átmenetet, az értelmesen szervezett ismeretek tartósságát foglalják magukban.

c./ A személyiség elméletéből származó elvek megkövetelik, hogy figyelembe kell venni a tanuló egyéni képességeit, fiziológiai, társadalmi fejlődését, az eredményt befolyásoló szorongási fokokat, a különböző helyzetek által kiváltott motivációkat és az osztály közösségi légkörét.

A programozás legfőbb képviselői Skinner lineáris és Crowder elágazásos programjában ezek az elvek nem teljes mértékben érvényesülnek. A lineáris programok a folytonos megjutalmazás érdekében olyan könnyű

kérdések sorozatából épülnek fel, hogy a leggyöngébb tanulók is tudjanak rá válaszolni.

Ez persze azzal jár, hogy a jobb képességű tanulók sok időt veszítenek a kérdések megválaszolásánál. Az elágazó programban a tanulás menetének alternatív útjai be vannak építve a programba, ezáltal a program már a következő lépésben korrigálja a tanuló tévedését.

Mindkét eljárás azonban alkalmazza a következő elveket.

a./ A programok meg akarják valósítani a /learning by doing/, azaz cselekvés által tanulni aktivizálás elvét, mely a tanulók öntevékenységre épül, de ez sok esetben az önállóság, a kezdeményezés rovására vezet, és kizárja az alkotó, cselekvő jellegű feladatokat.

b./ Az ismétlés és ellenőrzés elvének megvalósítása szintén cél a programokban. Ez a visszajelentés azonban csak a tanulókat tájékoztatja az elért teljesítményről, a pedagógust csak közvetve.

c./ A tanulás motiválásának alkalmazása elválaszthatatlan a személyiség nevelésétől, ha az a személyiség egészét átfogó eszmék motiválásáról van szó. A programok viszont az egymás után következő feladatok közvetlen motiválására törekszenek.

d./ A programozott oktatás törekszik megvalósítani az egyszerűtől az összetett felé haladás elvét, melyet főként a lineáris programokban fedezhetünk fel az apró lépésekben, ahol a hiba lehetősége szinte ki van zárva.

e./ A programozott oktatás egyik kétségtelen értéke az, hogy a tananyagot maximális tervszerűséggel és rendszerességgel nyújtja a tanulók számára. Ez a pedagógus munkáját nagymértékben könnyítette. Nyitott kérdés azonban, hogy a tanulás ilyen individualizálása, mint a nyomtatott programok, oktatógépek, programcsomagok milyen helyet hagy meg a pedagógusnak az oktatás folyamatában. Hogyan és miben áll a vezető szerepe. Pótolja-e a gép és a könyv. A válasz egyértelmű. A pedagógus szerepe változik. Irányító, ellenőrző, kiegészítő magyarázatra mindig szükség lesz, melyet a tanulókat egyénileg is ismerő, velük kapcsolatot tartó pedagógus tud a legmegfelelőbben megadni.

Az 1950-es évektől kezdődően egy új tudomány, a kibernetika eredményei nyújtanak az oktatás elméletének új eljárásokat és gondolatokat, így a programozott oktatás a kibernetika pedagógia módszerévé vált. A kibernetika fogalmainak pedagógiai alkalmazása azon alapszik, hogy a tanítást is egyfajta irányítási



folyamatnak lehet tekinteni. Így a pedagógia szaknyelvébe új fogalmak kerültek, melyek a kibernetikában használatosak. Ilyenek a vezérlés, szabályozás, információ, kódrendszer, visszajelzés, visszajelentés. A pedagógiai folyamatokat és azok hatékony irányítását az általános irányításelmélet /kibernetika/ alapján kell értelmezni. Könnyen belátható, hogy a vizsgálatokat ezek után struktúrális, funkcionális aspektusok alapján lehet elvégezni.

- A struktúrális aspektusokból való vizsgálatok tartalma a rendszerelmélet vizsgálatához vezet, azaz felveti a tanítási-tanulási folyamat bonyolult, célszerűen működő folyamatának irányíthatóságát és kapcsolatait.
- A funkcionális aspektusból eredő vizsgálatok az irányítás, vezérlés, szabályozás és visszacsatolás problémáinak pedagógiai alkalmazásával foglalkozó kutatást jelent.

Az irányítás célja, hogy megváltoztassuk az irányítandó folyamat állapotát. Behaviorista szemlélet szerint ez külső cselekvések rendszerének végrehajtását jelenti, mely kibővül különböző pszichikai cselekvések kialakításával is Skinner esetén.

- Fontos megemlíteni Talizina azon véleményét is,

- miszerint az irányítás céljaként meg kell határozni a pszichikai tevékenység struktúráinak rendszerét, azaz a kialakítandó ismeretek, jártasságok és készségek kialakultsági szintjét, melyet az oktatási cél tartalmaz, melyekkel a tanulóknak a folyamat végén rendelkezniük kell.
- Az irányított egység visszajelzéssel tájékoztatja az irányító egységet a rendszer működésének az információ feldolgozását követő állapotáról, azaz az információ és visszajelzés folytonos áramlásáról van szó, állandó, kölcsönös tájékoztatás az irányító és irányított között.
- A programozott tanítás a folyamatos visszacsatolás megvalósítására lehetőséget biztosít, melynek tartalmát a tanulói válasz helyessége, vagy helytelen volta, a feladat végrehajtásának gyorsasága, a hibák gyakorisága, mint belső elemek határozzák meg.
- Az információ aspektusból történő vizsgálódásoknál az információ a gondolkodás alapanyagát és minden szellemi tevékenység alapját képezi, egy rendszer matematikailag megfogható rendjeként, kvantitatív értelmében a rendezettség mértéké-  
ként fogható fel.
  - Az információelméletnek a programozott tanítás-



hoz kapcsolódó alkalmazását érintő probléma, hogy hol és hogyan lehet mennyiségileg értékelni a tanítás-tanulás folyamatában elsajátítandó ismereteket. A nézetek különbözőek mindkét kérdés esetében. Az első esetben, ha az oktatás tartalmára vonatkoztatjuk, akkor a kommunikáció egyik fajtájának tekinthetjük, ha viszont a tanulók tevékenységének gyakorlásának irányítási szempontjait vesszük figyelembe, akkor az információ eszközül szolgál ennek megvalósításához. A hogyan kérdésre kapott irányzatok is különbözők, sok esetben élesen elhatárolhatók, gondoljunk csak V. P. Beszpalkó a, b, c-re redukált formális információ mennyiségére, vagy R. Carnap és MM. Bongárd hasznos információ elméletére, vagy a redunancia elméletre alapozó valószínűségi, tárolásos, szuperjelképezési tanulási modellekre.

A programozott tanítás gyakorlati megvalósítása akkor lehetséges, ha az általános irányításelmélet által kijelölt és feltárt pedagógiai, pszichológiai problémákat, ezek törvényszerűségeit elemzés alá vesszük, azaz meg kell vizsgálni azokat az elméleteket, amelyek a tanulmányi folyamat irányítására szolgáló programok szerkesz-

tési elveire hatással vannak.

- Az asszociációs tanuláselméletek koncepciója szerint a tanulás folyamán a tudatban a valóság tárgyait és jelenségeinek objektív kapcsolatai tükröződnek, melyek eredményeként asszociációs rendszerek képződnek a már meglevő és a tanulás folyamán újonnan szerzett ismeretek között. Ezek a rendszerek, mezők állandóan szélesednek és hierarchiát alkotnak és egymásra épülnek. A klasszikus asszociációs elméleteket, melyeket főként Ziehen W; James Kornis képviselt, felváltotta a Pavlovi tanításra alapuló inger-válasz kapcsolatokra épülő megerősítéssel elméletek, valamint ezekkel szembenálló, az ember célirányos tevékenységét hangsúlyozó, a belátásos tanulásra apelláló alak és mezőelméletek.

- Nyugaton, de a Szovjetúnióban is jelentős programozó elmélet keletkezett a XX. században, behaviorizmus néven, melynek filozófiai alapját a pragmatizmusban kell keresni.

Nézetük szerint az emberi-állati viselkedés az inger-reakció formulájára vezethető vissza. Ezen az elméleteken alapszik Skinner instrumentális kondicionálású tanuláselmélete és erre épülő Crowder elágazásos programjai.

- Vigotszkij, Leontyev és Galperin pszichológiai kutatásai eredményeképpen született meg az értelmi cselekvések szakaszos formálásának elmélete, mely szerint a gondolat a tárgyi cselekvés interiorizációjának eredménye, mint ilyen, hatékony elmélet a tanítás-tanulás programozásánál.

A matematikai és kibernetikai módszerek bevezetése a tanítás-tanulás folyamatába azt eredményezte, hogy olyan algoritmus eljárások váltak szükségessé, melyek e folyamat hatékony irányítását megvalósítják. A programozott tanításnál ez a módszer nem nélkülözhető. Algoritmuson olyan egyértelmű előírást kell érteni, amely meghatározza, hogy az elemi műveletek milyen sorrendben következzenek ahhoz, hogy egy bizonyos osztályba tartozó feladatok bármelyikének eredményes megoldása biztossá váljon. Ahhoz, hogy a program hatékony legyen, ismerni kell az ismereteknek és műveleteknek fejlettségi szintjét azoknál a tanulóknál, akik számára a programfüzet összeállításra kerül. Fel kell mérni, hogy mi az amit tudnak és mi az amit nem tudnak, és a fejlődés adott szintjén mely műveletek elemiek számukra. Ezt felméréssel kell tisztázni. A tanulók kiindulási színvonala megfelelő kompenzációval jut olyan szintre, hogy a programozásra kerülő

tananyag átlagos lépésmagyságát teljesíteni tudja. A lépések információkból, többnyire a feladatok elvégzésére, illetve feladatok megoldására vonatkozó utasításokból állnak. Az oktatási program tehát utasítórendszert alkalmaz, melynek alapján a tanulók egy megismerő tevékenység-sorozatot végeznek, ezáltal számukra új törvényszerűséghez jutnak, vagy a már meglévőket megerősítik. Ez az utasításrendszer egy algoritmikus folyamat, melynek végrehajtása biztosítja az adott feladat elsajátítását, vagy ehhez kapcsolódó, a feladatbankból kiválasztott feladat megoldását.

Az algoritmikus folyamat leírható:

- a./ Szóbeli utasítórendszer segítségével,
- b./ Szimbólikus operátor-séma segítségével, mely a cselekvések logikai feltételeit, valamint ezektől függő elemi műveleteket, vagy másnéves operátorokat, és a tevékenység sorrendjére utaló irányító nyilakat tartalmaz.
- c./ Gráfdiagram segítségével, melynél az algoritmikusan leírható folyamat operátorai és logikai feltételei úgynevezett gráfsémában foglalhatók össze. Az adott feladat utasítási rendszerének algoritmikus folyamatai ezen módszerekkel oldhatók meg. Ugyanezekkel a módszerekkel történik a feladatbank feladatainak és



kompenzálási eljárásoknak a megoldásai is. A feladatbank kompenzációs feladatai gráfsémával kerülnek feldolgozásra. A feladatok algoritmizálása az otthoni tanulást is nagymértékben segíti. A kompenzálási eljárások feltételezik az otthoni munkát is.

A tanítás-tanulás folyamán nemcsak a tanulók használnak különböző tanulmányi feladatok megoldására algoritmusokat a programfüzetükben, hanem a tanár cselekvéseit is oktatási program határozza meg. E kettőt mereven szétválasztani nem lehet, mert az egyik a másiknak alkotórésze, sok esetben egybeesik. Az oktató tevékenység algoritmikus leírásánál először meg kell határozni azokat a feltételeket, melyek az egyik vagy másik oktató cselekvés kiválasztása szempontjából lényegesek. Másodszor meg kell határozni a kapcsolatuk módját és gráfsémában ábrázolni. Mindezek a tanári programfüzetben találhatók. Meg kell azonban jegyezni, hogy ez a módszer csak megkönnyíti, de nem helyettesíti a tanár munkáját, ezáltal felszabadul sok mechanikus munka alól.

## 1.2. Megtanítási programcsomagok

A mai iskolarendszer egységes követelményeket támasztó, a tanterv által előírt időkeretben folyó munkát követel, függetlenül a tanulók felkészültségétől és fejlettségétől. A társadalmi beilleszkedés viszont megköveteli azon tudási, magatartási szintet, melyet minden tanulónak el kell érni. A jelenlegi iskola inkább letanítja az anyagot és nem vállalkozik a megtanításra. Ezen a szemléleten változtatnak a megtanítási stratégiák különféle változatai, melyek elsősorban a tanterv által megfogalmazott és célul kitűzött tananyagnak, a kritériumoknak megfelelő szintű elsajátíttatása a tanulók többségével úgy, hogy a tanuló saját korosztályával együtt haladva a tartós tudást kialakítsa. Ilyen eljárás a „mastery learning”, mely kompenzációs rendszerével a kritériumokhoz képest felfelé differenciáló stratégia. Bloom szerint a tanulás sikerét meghatározza a korábbi élettörténete a tanulónak, megelőző tanulmányai, tapasztalatai, ezért ugyanazon feladat elvégzéséhez szükséges idő mennyisége különböző. Kulcsfontosságú tehát visszacsatolási technikák alkalmazása, melyek annak tudatosítására szolgálnak, hogy a tanuló a megelőző feladataiból mit és milyen



mértékben sajátított el, és mi az amit el kell sajátítania a továbbhaladáshoz. A tanulás a személyiség fejlődése, információk és tevékenységek elsajátítása által valósul meg, különböző élethsituációkban, valamint tartalmi és rögzített tanulási információk által. A megtanítási programcsomagok feladata, hogy ezen információrendszereket konkrét pedagógiai célokhoz igazítsa, meghatározott kritériumok elérése céljából kísérletileg optimalizált rendszerre szervezze. Evvel megvalósítható a személyiségfejlesztés tudatosabb, hatékonyabb irányítása, és a frontális osztálymunka meghaladása azáltal, hogy a program témánként haladva a téma végéig elősegíti azt, hogy a tanulók többsége eljusson a tartós elsajátításig. Az eljárás az egyéni, csoportos, mikrocsoportos munkára épít, beleértve az otthoni tanulást is a kritériumok elérése céljából. A kritériumok elérésének követelménye nem azt jelenti, hogy annál többet nem lehet megkívánni azoktól a tanulóktól, akik arra képesek, mert nekik kiegészítő, elmélyítő feladatokat, programokat nyújt. Az elérendő kritérium a folyamatos kompenzálás esetén 75-80-85 százalékpontos teljesítményeknek felel meg, az osztály tanulóinak 70-80 százalékától. A megtanítási programcsomag a téma megtanításához minden szükségesnek és hatékonynak bizonyult információhordozót

tartalmaz. Pl. /Tankönyvet, Tanári programfüzetet, Tanulói programfüzetet, Feladatbankot, Írás- és dia-vetítő transzparenszeket, Szemléltető és kísérleti eszközöket/.

A feladatbank a mérendő tartalmat teljesen lefedő feladatok rendszeréből áll. Adott értékelés, vizsgáztatás és gyakorlás céljából, ebből áll össze a megoldandó feladatlap, mely reprezentálja a feladatbankot. A feladatok sorszámozva vannak, és tartalmazzák a témányitó, témafeldolgozó, témazáró, kompenzáló és elmélyítő feladatok rendszerét egy könyv alakjában. Ebből kapják meg a tanulók a tematikus egység, téma feldolgozásához, az értékeléshez és kompenzáláshoz, valamint az elmélyítéshez szükséges feladatokat, melyek egy vagy több alternatív elemből állnak és javítókulcs segítségével értékelhetők. A feladatbank elkészítésénél a kiinduló feltétel a téma struktúrális elemzése, melynek eredményeként megkapjuk a feladatok alapját képező tudásrendszert.

A tanári programfüzetben találhatók azon utasítások, eljárások, javaslatok, melyet az adott téma, tematikus egység elsajátíttatása során a tanárnak az eredményes munka érdekében el kell végezni.

Tartalmához tartozik a felhasználandó információs anyagok jegyzéke, az oktatáshoz szükséges eszközök, anyagok, készülékek használati utasításai, a feladatok javítókulcsai, esetleges algoritmizált feladatok gráfsémái, és a csoportmunkához szükséges szervezési eljárások módszerei. A programfüzet lényegében az oktatási stratégia végrehajtásához szükséges tanári cselekvések programját rögzíti. Ez a tapasztalatok folyamán bővithető és különböző körülményekre adaptálható rendszert alkot. A tanítás-tanulás folyamán a tanulók ismeretszerzési formái a tanulói programfüzetbe kerülnek, mely tartalmazza a kísérletileg igazolt hatékonyságú tanítási információkat, a feladatbank használatának előírásait, és a téma jellegének megfelelő feladatok elvégzésére szolgáló utasításokat az egyéni, csoportos és otthoni munkaformákat, az anyag elsajátítását elősegítő kísérletek, mérések végrehajtásának és ellenőrzésének programját.

A kísérletileg kipróbált és ismert hatékonyságú programcsomag olyan segítség a pedagógus kezében, mellyel eredményesebben tudja a célként elfogadott kritériumokat megvalósítani az adott feltételekhez adaptálva az időkereteket, tartalmakat, eszközöket és programokat.

### 1.3. Az egyéni és mikrocsoportos munkaformák a tanítási órákon.

A pedagógiai közösségek közül a mikrocsoport alkalmas arra, hogy benne tartósabb kötődések jöjjenek létre, valamint az együttműködés, az értékelés és önértékelés képességeinek gyakorló terepe legyen a tanulás és azt segítő cselekvés folyamán. A mikrocsoport szervezésénél a pedagógus feladata a csoport belső életének, viszonyulásainak irányítása az együttműködő, értékelő munka mellett. A mikrocsoportra jellemző, hogy a vezetés alkalmi szerep, sok esetben a feladat megoldása után az ügyesebbek tutorként dolgoznak, azaz indirekt segítséget nyújtanak csoporttársaiknak. Így a kompenzációs csoportoknál a tanulási feladatok elvégzésére szánt idő csökken a hagyományos formákhoz képest. Ezt igazolták J.R. Okey és L. Mayer vizsgálatai is.

A feladatok elsajátítása mikrocsoportos képzésben történik, ezért a csoportok összeállítására is figyelmet kell fordítani. A csoportmunkát akkor lehet oktatási és nevelési szempontból fejlesztő hatásúnak tekinteni, ha a csoport tagjai szívesen és eredményesen dolgoznak együtt. Ennek feltételeit biztosítani kell. A társas kapcsolatok oldaláról tekintve a rendszert nem



közömbös, hogy a tanulók a csoportban jól érzik-e magukat, szívesen és intenzíven részt vesznek-e a munkában, vagy ellenlezőleg. Mindez befolyásolja a munka eredményességét, valamint a baráti, munkatársi kapcsolatok kibontakozását. A csoportképzésben a következő elveket lehet figyelembe venni:

1./ A csoportképzést meghatározhatja a közös érdeklődési irány. Ez azonban a szakirodalom szerint főleg az osztályon és iskolán kívüli tevékenységnél dominál.

2./ Vezetheti a tanárt az a szándék, hogy tudásszint szerint alakítsa ki a csoportokat, és így külön mikrocsoportokat alkotnak a jelesek, a jók és közepesek, valamint a gyengébbek.

A fenti eljárás mellett a következő érvek szólnak:

- Ebben a szervezésben mód van, hogy a tanulók képességeiknek és munkatempójuknak megfelelően haladhatnak.

- A munkában az aktivitás megnő és minden tag hozzájárulhat a sikerhez.

- A gyöngébb tanulók csoportja is kellő segítséggel a programot eredményesebben tudja megoldani.

Az ilyen formátumú mikrocsoportokat olyan esetekben célszerű szervezni, ha a feladatok azonos szintű képességeket kívánnak.

- 3./ Lehetséges az ugynevezett vegyes csoportok összeállítás is, ami azt jelenti, hogy az adott tárggyban jó, közepes és gyenge tanulmányi eredményű tanulók dolgoznak együtt. Ebben a szervezésben a mikrocsoport a gyöngye tanulók számára olyan együttest biztosít, mely magasabb szintű, mint amit önértékéből el tudna érni. Sőt a közepeseknek is sok ösztönző információ jut. E két kategóriának tehát tanulmányi szempontból ígéretes ez a szervezés, míg a jeles tanulóknak főként a szervezőképességük, segítőképességük, felelősségtudatuk és közösségi magatartásuk fejlődhet.
- 4./ Előfordulhat, hogy a tanulókra bizza a szaktanár a csoport alakítást. Ezt a módszert csak fejlett közösségi tudattal rendelkező osztályban lehetséges alkalmazni, mert a feladat sikeres végrehajtása érdekében a tanulók maguk szelektálnak, egyeseket kirekesztenek, kiközösítenek.
- 5./ A mikrocsoport összeállításában hatásos módszer a szociometria alkalmazása, hiszen a tanulók szívesen választják azokat a társaikat, akik az osztály normái és értékrendszere szempontjából pozitív vonásokkal rendelkeznek, akikről úgy gondolják, hogy a választást viszonyozzák. A tanulók mérlegeléseik és választásaik azonban különböznek a hozzájuk in-



tézett kérdések jellege szerint. Más lesz a válasz, ha egyszerű szimpátiáról van szó és más, ha például egy program végrehajtására alakuló mikrocsoport megalakításáról szól a kérdés. A kapott adatokat mátrixon ábrázolva megkapjuk a tanulók központi, átlagos és peremhelyzetét. Célszerű, ha a mikrocsoportos szervezésben egyrészt a tanulmányi eredmény, másrészt a szociometriai felmérés figyelembevételére alapján a tanár állítja össze a csoportot. A csoportösszeállítást az úgynevezett peremgyerekekkel kell kezdeni, hiszen rájuk jellemző a közömbösség, bizonytalanság, habár szeretnék elfogadtatni magukat a társaikkal, de erre önérejükben nem képesek. Olyan csoporttársakat kell keresni, akik jóindulatot mutatnak irántuk. Fontos az összeállításban a szimpátia is, hiszen ekkor megszilárdul a kötelezettségérzet, felelősségérzet, növekszik a mikrocsoport aktivitása, kevés idő kell az egymáshoz való alkalmazkodáshoz, és oldott lesz a légkör. A szervezett mikrocsoportok a tananyag logikai struktúrájának zártsága miatt homogén, azaz azonos feladatrendszerű munkát végeznek. Ennek jellemzője, hogy valamennyi csoport azonos feladattal foglalkozik. A programfüzet olyan alapvető ismereteket ölel fel, amelyet valamennyi tanulónak szinte azonos terjedelemben és mélységben el kell

sajátitania. Az előfelmérések az elméleti felkészültséget, valamint a manuális tevékenység szintjét egyaránt mérik. Ez az alapja a homogén csoportok képzésének. Az így kialakult csoportok már szelektálva is vannak az elmélyítő, illetve a kompenzáló feladatokra. A kompenzáció nemcsak csoportosan, hanem egyénileg is történik. A programok eredményes elsajátítását a homogén csoportok biztosítják, mert itt a tanulók a feladat végrehajtása szempontjából azonos szinten állnak. A tantárgy jellegéből adódóan nem biztos, sőt a tapasztalatok azt igazolják, hogy nem a legjobb elméleti felkészültségű tanulók fogják egyértelműen a jeles, jó mikrocsoportokat alkotni, de az sem jellemző, hogy ezek a csoportok a gyakorlati munkában kiváló tanulókból tevődnek össze. A gyengébb elméleti felkészültségű tanulók is kerülhetnek jó szintű homogén mikrocsoportba, mert a gyakorlati képességeik kiemelkedők. Az adott program az elméleti és gyakorlati tevékenység magasszintű szintézisét követeli meg. A homogén mikrocsoportok lehetővé teszik, hogy a feladatok előtt, illetve után kompenzálást végezzünk. Azok a mikrocsoportok pedig amelyek a feladatban megakadtak, azonnali kompenzációban részesülnek. A tanár segítő-irányító tevékenysége azáltal válik hatékonyabbá, hogy a gyengébb csoportra több időt tud fordítani, így azok is eredményesebben tudják elsajátítani a mérést.

## 2. A villamos műszerek és mérések tantárgy megtanítási programcsomagba szervezésé- nek követelményei

A Tudományos Technikai Forradalom keretében az automatizálás, az ipar fejlesztése és korszerűsítése mind nagyobb szerephez jut. Segíti és helyettesíti az ember fizikai és szellemi munkáját. A vezérlések és szabályozások elektronikai áramkörei az elmúlt fél évszázadban jelentős mértékben fejlődtek. Megváltozott az áramkörök felépítésének jellege, bevezetésre kerültek a modul rendszerű elemek, az univerzális építőkövek, mind az erősáramú, mind a gyengeáramú technikában. A magasfokú automatizálás, a bonyolult áramkörök új követelményeket támasztanak a szakemberekkel szemben. A hibák meghatározására, az áramkörök beállítására előtérbe kerültek a villamos mérési eljárások. A középfokú képzés keretében végző szakemberek munkájához szükség van megfelelő méréskultúra elsajátítására. A szakmunkásképző intézetekben ennek érdekében bevezették a műszerek és mérések tantárgy tanítását az 1981-82-es tanévtől. A műszerek és mérések tantárgy beveze-

tése mellett az egész anyag átszervezésére és megreformálására sor került, hogy a szakmunkásképzés ki tudja elégíteni az ipar magasfokú követelményeit. A műszerek és mérések tantárgy keretein belül ismerkednek meg a tanulók a modern mérőműszerekkel, mérési eljárásokkal, biztonsági előírásokkal. A tantárgy tanítása a 2. és 3. évfolyamon történik kétheti 3 illetve 4 órában. Ezt az oktatást az első évfolyamon kétheti 4 órában az elektrotechnika tantárgy oktatása előzi meg. Az elektrotechnika tantárgy anyagában ismerkednek meg a tanulók az alapvető villamos törvényszerűségekkel, áramköri ismeretekkel, számításokkal és szabványos jelölésekkel. A második évfolyamon végzett mérések feladata egyrészt az, hogy az alapvető törvényszerűségeket mérés útján bizonyítsa, másrészt a tanulóknak kialakítsa azokat a jártasságokat, amelyek szakmai feladatok elvégzéséhez szükségesek. Fontos, hogy a tanulóknak az úgynevezett mérési szemlélet kialakuljon. Ezt teszi lehetővé, hogy a gyakorlat folyamán önállóan tudjanak méréseket végezni és a mért értékeket kiértékelni. A mérési szemlélet, beállítottság csak kellően struktúrált rendszerbe szervezett tananyag segítségével lehetséges. A tantárgy jellegéből következik, hogy rendkívül műszer és eszközigenyes. Mélni csak műszerek, eszközök, alkatrészek, gé-



pek, készülékek segítségével lehet. A szakmunkásképző intézetek feladata a mérési gyakorlatokhoz szükséges mérőlaborok kialakítása és a mérési eszközök, panelek megépítése, valamint a mérőműszerek beszerzése. Ennek összege az iskolai költségvetést meghaladja, ezért a Munkaügyi Minisztérium célirányos anyagi támogatásban részesítette az intézeteket, a tantárgy tanításának érdekében. A hatékony elsajátításhoz a műszereken és eszközökön túl szükség van megfelelő információs anyagok kidolgozására, AV eszközök felhasználására, az egész tananyag rendszerbe szervezésére.

A villamos műszerek és mérések tantárgy négy nagy tematikus egységre bontható. Ezek a következők:

- a./ villamos műszerek
- b./ egyenáramú mérések
- c./ váltakozó áramú mérések egyszerű áramkörökben
- d./ váltakozó áramú mérések összetett áramkörökben

Az egyes tematikus egységek kialakítása, feldolgozása módszerében azonos, tartalmilag azonban eltérő. A tematikus egységek programcsomagjainak felépítése tehát egy szisztémát követ, amely szisztémát a tananyag belső struktúrája, logikai felépítése kíván meg.



## 20.1. Struktúrális elemzés

A villamos mérőműszerek és mérések programcsomagjának elkészítésekor szem előtt kell tartani azokat az összefüggéseket, törvényszerűségeket, amelyeket a mérések megvalósításával elérni kívánunk. Ahhoz, hogy ez megvalósuljon, a mérés technika olyan eredményes tanítása-tanulása szükséges, hogy a tanulóknál a feltárt szabályok, törvényszerűségek struktúrális rendszereinek ismerete kialakuljon. Ez azt jelenti, hogy olyan módszerek, eljárások szükségesek, melyek lehetővé teszik a tanuló számára, hogy a komplex ismeretek alapvető struktúráját felismerjék. Ahhoz, hogy egy folyamat vagy jelenség struktúráját megalkothassuk, fel kell tárni a jelenséget alkotó elemek kategóriáit, az ezeket összekötő relációkat, és meg kell adni a szintaxis szabályait, amelyek szerint a relációkkal összekötött elemek struktúrákká kapcsolódnak. Egy adott tananyag oktatása folyamán a tevékeny gondolkodásra való nevelést és személyiségfejlesztést tartva szem előtt, mindig az adott tananyagban uralkodó értelmes, struktúrális kapcsolatok és viszonylatok felismerése a döntő. A gondolkodási műveleteket az anyagban szereplő szöveg megfogalmazási módja szabja meg, és ez a megfogalmazás különböző nehézségi szintű lehet.

Tanulóinkat az egyes tantárgyakban, így a mérés-technikai tantárgyban is az alapvető struktúrák összefüggésére kell nevelni. Ezáltal, ha mélyen megértik és alaposan megtanulják, valamint begyakorolják a mérési eljárásokat, kapcsolásokat, a mért adatok kiértékelését, akkor új szituációban azok alkalmazására, sőt bizonyos mértékű új alkotásra, felfedezésre is képesek lesznek.

A tantárgy struktúrájának tanítása során az alapvető törvényszerűségek ismerete a tantárgyat érthetőbbé teszi. Ez azt jelenti, hogy ha a tanulók a mérés-technikai témák tanulása és gyakorlása során megértik például azt az alapelvet, miszerint a váltakozó mennyiségeknél mindig a feszültség és áram közötti fáziseltérést kell meghatározniuk, akkor az olyan speciális jelenségek, mint feszültségrezonancia, áramrezonancia, vagy meddő és hatásos teljesítmény mérése könnyebben érthetővé válik számukra.

" Tanulásunk folyamán ha egy struktúrált minta nincs kitöltve, akkor az könnyen elfelejtődik. A részleteket az emlékezet oly módon őrzi meg, hogy leegyszerűsített formát használ ábrázolásukra. " /Brunel/

Ha tanulóink meg akarják tudni, hogy egy soros, vagy párhuzamos rezgőkör rezonancia frekvencia értéke a mért induktivitás és kapacitás mellett hány Hertz ér-

téknél van, akkor az úgynevezett Thomson formulát fogják alkalmazni, mint kódolási rendszert. Ezért tanításunk folyamán arra kell törekedni, hogy elsősorban ne speciális eseteket tanítsunk, hanem a megértésnek olyan modelljét, amely a példához hasonló esetek megértését is lehetővé teszi. Ennek megvalósítására törekszik a programcsomagunk is. Ahhoz, hogy munkánk eredményes legyen, elsősorban az összefüggések feltárása, a lényeg kiemelése a fontos. Nem az a cél, hogy minél több mérőeszközt halmozzunk fel a mérés technika tanítása során, hanem olyan eszközrendszert használjunk, melyek fokozzák a tanulók aktív szellemi tevékenységét, és segítik őket az alapelv, a struktúra megértésében.

A laboratóriumi, szaktantermi mérések előnye, hogy a kérdéses jelenséget annyiszor idézzük elő szándékosan, ahányszor az szükséges. A jelenséget befolyásoló feltételeket megváltoztathatjuk, egyszerűsíthetjük, valamint megfigyelhetjük, hogy a körülmények megváltozása egyes jelenségekben milyen hatást eredményez.

A villamos méréseknél a tanulókkal meg kell értetni, hogy az alapelvek feltárásához mérésekre van szükség, és ha valamilyen törvényszerűséget alkalmazunk speciális esetekre, akkor a kapott eredményeket mérésekkel kell bizonyítani.

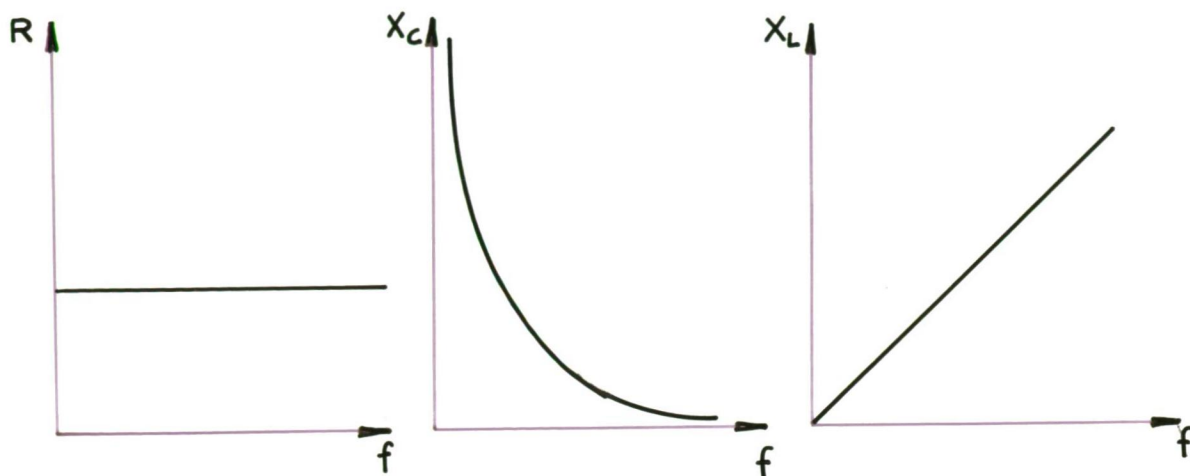
Az egyenáram méréseinek végrehajtásával az alapfogal-

mak egy önálló fejezetét zárjuk le.

A váltakozó áramú alap- és áramköri méréseknél új fogalmakkal kell a tanulóknak megismerkedniük, de az egyenáramú mérések, módszerek és törvényei módosítva itt is alkalmazhatók. A tanulók figyelmét felhívjuk arra, hogy a váltakozó mennyiségek mérésénél, hasonlóan mint az egyenáramú körök mérésénél, az áram és feszültség közötti kapcsolatok vizsgálatát végezzük. A váltakozó áram és feszültség a frekvencia ütemében változik, ezért a villamos alkatrészek, áramkörök méréseit és a velük kapcsolatos számítási alapelveket a frekvencia szempontjából is vizsgálni kell.

A vizsgálatunk eredményéül és a méréseink kiértékeléséből függvényt kapunk, mely ellenállás esetén a frekvencia állandóságot /1. számú ábra/, kondenzátor esetén növekvő frekvencia értékek mellett csökkenő kapacitív reaktanciát / 2.számú ábra /, induktivitás esetén pedig növekvő induktív reaktanciát mutat /3. számú ábra /.





1. számú ábra

2. számú ábra

3. számú ábra

Ahhoz, hogy a váltakozó áram teljesítményének struktúrális összefüggéseit, kapcsolatait fel tudjuk tárni, a váltakozó mennyiségekre jellemző mérési módszerekkel kell az alapelveket tisztázni. A villamos alkatrészek, áramkörök teljesítmény mérésénél a látszólagos, hatásos, meddő teljesítményfelvételt mérjük, és teljesítményháromszög segítségével ábrázoljuk az összefüggéseket. Kiinduló feltételezésünk az, hogy a tanulók ismerik a teljesítmények közötti összefüggéseket.

$$/ S = \sqrt{P^2 + Q^2} /$$

A felírt összefüggés derékszögű háromszög ábrázolását teszi lehetővé, amit a gyakorlatban teljesítményháromszögnek nevezünk. A teljesítményháromszög adatainak ismeretében a fázisszög matematikailag kiszámítható. Mód és lehetőség van a fázisszög meghatározására mérési módszerekkel is, melyeket háromfázisú gépeken



végeznek el a tanulók. A váltakozó áramú körök mérési eljárásai ugyanúgy történnek, mint egyes alkatrészek mérési módjai. Soros kapcsolás esetén az alapvektor ábrának megfelelően a mért áramerősség értékéhez viszonyítjuk a mért feszültségeket és az értékeket vektorábrán ábrázoljuk. Párhuzamos kapcsolások esetén a mért feszültség értéke a vektorábrán rögzített, és ennek megfelelő a mért áramértékek viszonyítása és ábrázolása. Soros kapcsolásnál a mért adatok alapján számított impedanciákat, párhuzamos kapcsolás esetén admittanciákat adjuk össze.

A struktúrális elemzés során arra törekedtünk, hogy a téma tényeinek egymáshoz való viszonyát, egymásrahatását bemutassuk. A témában szereplő tudáselemek között logikai kapcsolatok, hierarchikus elrendeződés áll fenn, és ennek bemutatása a helyes fogalmi struktúra kialakítását teszi lehetővé. Ez azt jelenti, hogy feltárjuk a fogalom terjedelmét, és számba vesszük az adott halmazokra vonatkozó tulajdonságokat, azaz konkretizáljuk a tanítási-tanulási célokat.

2.1. Általános stratégiák és irányelvek a villamos műszerek és mérések tantárgy megtanítási programcsomagjának feldolgozása szempontjából a tanítási órákon.

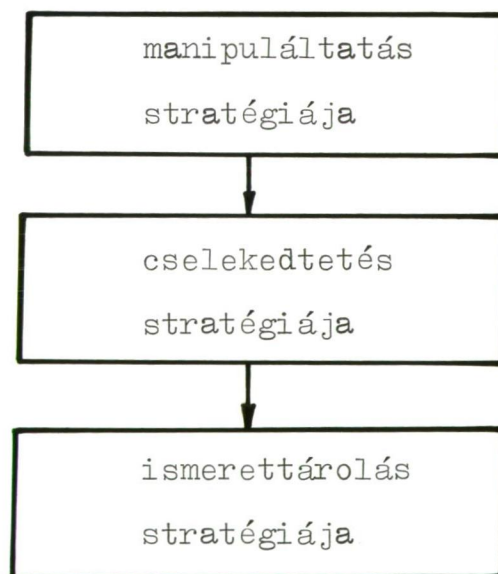
A villamos műszerek és mérések tantárgy anyagát az jellemzi, hogy a magasfokú manuális tevékenység mellett, komoly elméleti felkészülés is szükséges. A tantárgy oktatásánál, a mérések végrehajtásánál tisztán nem alkalmazhatjuk sem az elméleti oktatás stratégiáját /cselekedtetés stratégiája, ismerettárolás stratégiája, direkt stratégia, stb./, sem a gyakorlati képzés során használatos manipuláltatás stratégiáját. A mérések anyagát látszólag fel lehet építeni a manipuláltatás stratégiájával, azonban ha komolyabban vizsgáljuk a kérdést megállapíthatjuk, hogy az elsajátított anyagot a tanulóknak szakmájukban önállóan és céltudatosan kell alkalmazni, ezért a manipuláltatás önmagában nem elég. Nem valószínű, hogy a tanulók csak olyan tiszta mérési eljárásokkal találkoznak, mint a megtanítási programcsomagban szereplő mérések, és az sem valószínű, hogy ezek segítségével meg tudják oldani valamennyi szakmai feladatukat. A szakma bonyolultsága miatt lehetetlen lenne minden keresendő hibára, minden eljárásra külön mérést ismertetni. A gyakori mérések alkalmasak arra, hogy a tanulók villamosmérési szokás- és készségrendszere kialakuljon, és megfelelő struktúrába rendeződve olyan jártasságot biztosítson, amely segítségével munkájuk technikai oldalát meg tudják valósítani. A különböző

alkatrészekeken végzett méréseknek, a mérőműszerek bekötésének, a hibák megállapításának azonban csak egyik oldala ez a technikai csinálni tudás, a másik oldala a méréseknél az alkalmazott eljárások, a legkedvezőbb kapcsolások kiválasztása, a logikus mérési lépések felvétele, a mérés kiértékeléséhez szükséges elméleti felkészültség. Ahhoz, hogy ez a két oldal megfelelően rendeződjön, tudássá szerveződjön, szükséges mind a képességek szervezése, mind az ismeretek bővítése. A manipuláltatás stratégiájával, a mérések végzésével párhuzamosan szükség van a mérések kiértékelésére, valamint a mért értékek segítségével feladatok megoldására, amely a cselekedtetés stratégiáját jelenti. A mérésekből illetve a mérések által megerősített elektrotechnikai anyagból sok ismeretet meg kell őriznie a tanulóknak. Az ismerettárolás stratégiája ezt segíti elő.

Aleirt követelményekből kitűnik, hogy időben a feladatoknak megfelelően többféle stratégiát kell alkalmaznunk. A tananyag elsajátítása osztály, mikrocsoport és egyéni munka folyamán történik.

Legjellemzőbb a mérési órákon a tanulók mikrocsoportos foglalkozása. Ezek a csoportok egymástól függetlenül dolgoznak. Az előrehaladás üteme, az egyes feladatokra fordított idő eltérő a csoportoknál. Ez az eltérés bo-

nyolítja az alkalmazott oktatási stratégiát, mivel a mikrocsoportok pillanatnyi mérési állásai különböznek. / Az előrehaladás differenciálja őket./ Ezért az oktatási stratégia az egyes csoportoknál is különböző. Pl.: két mikrocsoport közül az egyik a mérés összeállításánál tart, a másik viszont a mért érték egyéni kiértékelésénél. Az első csoport munkájára a manipuláltatás stratégiája jellemző, a másik cselekedtetés stratégiájában dolgozik. A megértés miatt az alkalmazott oktatási stratégiákat célszerű az óra folyamán egy mikrocsoportra bontani. Az oktatás stratégiáinak tevékenysége és idődiagrammja a 4.sz. ábrán látható.



4. számú ábra



### 21.1. Az alkalmazott oktatási stratégiák a mérési órák folyamán

A mérés ismertetése után a mikrocsoportok elkezdik a méréseket. A mérést kapcsolási vázlat alapján összeállítják, és a programlépéseknek megfelelően végrehajtják. A mért értéket rögzítik. Az eddigi tevékenységre a manipuláltatás a jellemző. Ezt követően a mérés kiértékelése, a mért adatok alapján a számítások elvégzése, a feladatok megoldása következik, amely feladatokra jellemző a cselekedtetés stratégiája. A kiértékelte mérések az elvégzett feladatok után a közös foglalkozás, a törvények és tapasztalatok megállapítására, rögzítésére szolgál. Ezt segíti az ismerettárolás stratégiája.

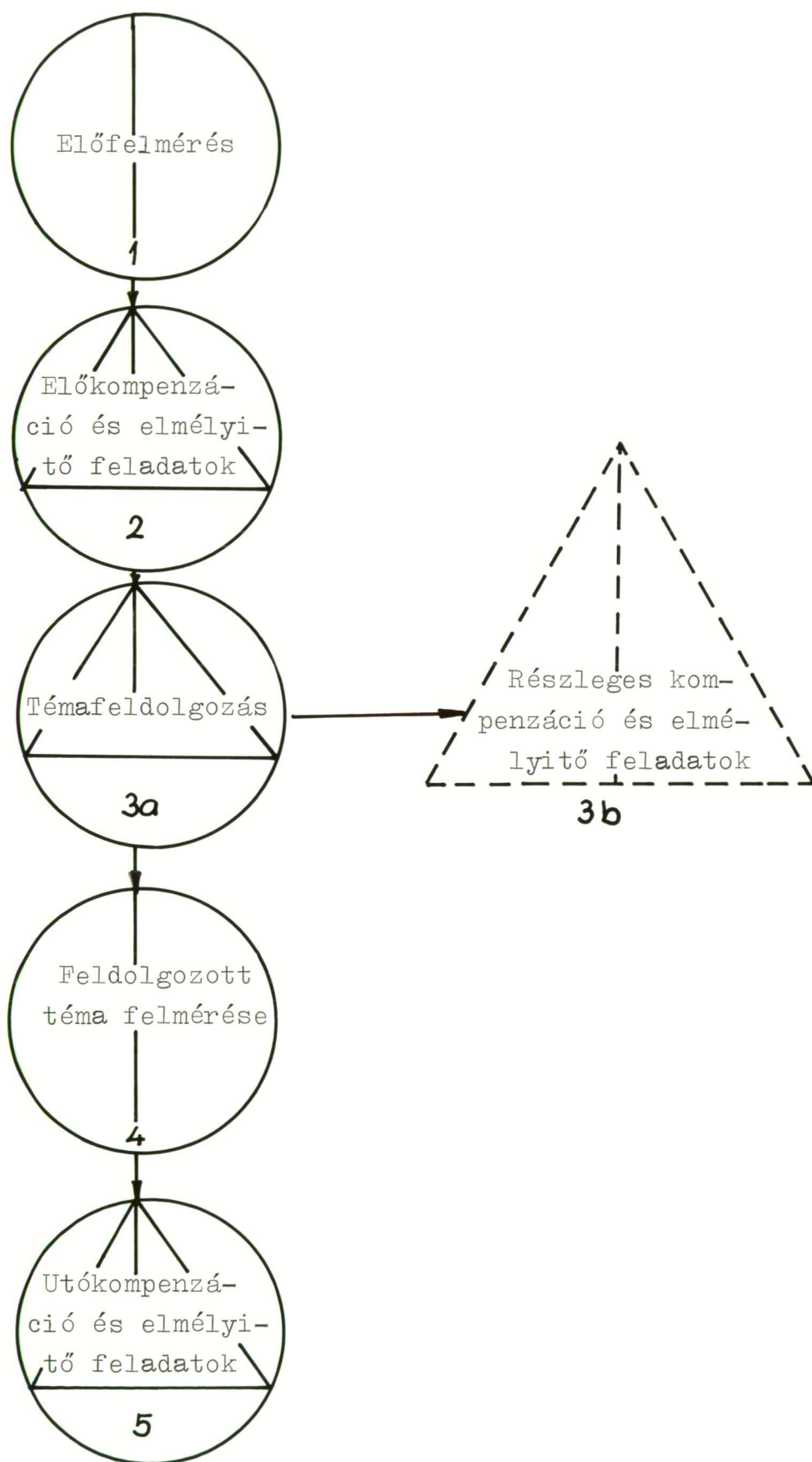
### 21.2. A megtanítás stratégiája

A témakompenzációs eljárással készült anyag /Mastery Learning/ a következő fő lépéseket tartalmazza idődiagrammban ábrázolva. / 5. számú ábra./

Az ábra blokksémáját vizsgálva megállapíthatók a következők:

A téma feldolgozása folyamán rögzítésre kerülnek azok a villamos ismeretek, elméleti és manuális tudáselemek, amelyek a téma elsajátításához feltétlenül szükségesek. Az előfelméréssel erről kell meggyőződni. /Az előfelmérés blokkja körrel ábrázolt, amely azt jelképezi,





5.számú ábra

hogyan az egész osztályra terjed ki a felmérés. / A tudáselemek hiánya esetén előkompenzációt kell végezni, és ez idő alatt azok a tanulók, melyek rendelkeznek az ismeretekkel, elmélyítő feladatokat kapnak. / A blokkséma ábrázolására kör, háromszög, függőleges vonaljelzés szolgál. A háromszög jelzés mikrocsoportot, a vonalas jelzés egy-egy tanulót jelöl. A mikrocsoportok ebből következően három tanulóból állnak. /

Az ábrázolás oka a következő. A kompenzáció osztályszinten, mikrocsopontonként és egyénileg történhet az adott szituációnak megfelelően. A kompenzáció után, meg kell győződni egy újboli felméréssel annak eredményességéről és ezután következhet a téma feldolgozása. A téma feldolgozása a 3a és 3b blokkal szemléltetett. A 3a blokk ábrázolása / háromszög, függőleges vonal / jelképezi, hogy a munka osztály, mikrocsoport és egyéni jellegű. A 3b blokk a részleges kompenzációt jelzi. A szaggatott vonalakkal adott háromszög és függőleges vonal arra utal, hogy a téma feldolgozása folyamán lesznek olyan mikrocsoportok és tanulók, akik kompenzációban részesülnek és lesznek olyanok, akik elmélyítő feladatot kapnak.

Ez az oktatás hatékonyságát segíti. A téma feldolgozása után a rögzített ismeretek és tudáselemek felmérése következik. / A 4-es blokk körrel való ábrázolása

az osztályfelmérést jelenti./ A felmérőlapok értékelését követően kerül sor az utókompenzációs és elmélyítő foglalkozásokra az elért eredményektől függően, amely osztály, mikrocsoport és egyéni munka formájában történhet. / Ez került feltüntetésre az 5-ös blokk ábráján. / Az alkalmazott megtanítási stratégiákkal az a cél, hogy a tanulók eljussanak a teljes elsajátításig. A megtanítási programcsomag algoritmizált feladatai, mérési eljárásai ezt a célt szolgálják.

### 21.3. A mérési foglalkozások idő és tevékenységvizsgálata

A 6. számú ábra az egyes órákon alkalmazott oktatási stratégiákat, módszereket, az órák lefolyásának menetét ismerteti.

A tematikus egységek feldolgozásai folyamán a különböző jellegű és tartalmú mérések lefolyási idő és tevékenységábrája megegyezik. Az idő és tevékenység folyamat 6 fő részre osztható.

#### Az első főegység jellemzői

A tanár a megelőző foglalkozás rögzített ismeretanyagát a kijelölt házi feladat elvégzését ellenőrzi. Ismerteti a soron következő mérést és útmutatókat ad az eredményesség érdekében. Átismétli az elektrotechniká-

ban tanultakat, ehhez írás- és diavetítő ábrákat használ. Kiosztásra kerülnek a mérési eszközök, segédeszközök és mérőzsinórok. Ezeket az eszközöket a megszervezett mikrocsoportok veszik át. A mikrocsoport képzés az első felmérés után történik a bevezető tanulmányban írtak alapján. A feladatbankban a tanár kijelöli a mérési feladatlapot, amelyet a tanulóknak ki kell tölteni. A mérési feladatlapokon szerepel a mérési utasítás és lépésrendszer. Erre a fő egységre az osztálymunka jellemző. A feladatok elvégzése után térhetünk rá a második főegységre.

#### A második főegység jellemzői

Mikrocsoportos munka folyik a manipuláltatási stratégia alkalmazásával. A mérési utasításban rögzítetten a mikrocsoportok összeállítják a mérést. Az összeállítási munka megosztott jellegű. A csoport tagjai közül az egyik tanuló a mérést huzalozza, a másik a mérőműszerek mérésmódját és méréshatárát állítja be. A mérés összeállításának elvégzése után a harmadik tanuló ellenőrzi a munkájukat. Az ellenőrzést követő kész állapotot jelzik a tanár felé. A mérést vezető tanár ellenőrzi a kapcsolást, majd hibátlanság esetén engedélyezi a feszültségre kapcsolást. Amennyiben hibás a mérés összeállítása, segíti a feltárómunkát, magyarázatot ad /kom-



penzál /, a kijavítása után engedélyezi a feszültségre kapcsolást. Ebben az egységben a technikai ellenőrzés is rendelkezésre áll. Ha a kapcsolás összeállítása rossz, vagy valamelyik alkatrész hibás, zárlatos, az elektronikus túlterhelés- és rövidzárvédelem megszólal, a feszültség letörik, a visszajelző izzó kialszik. A hiba elhárítása, kiküszöbölése esetén a feszültség feléled, és megkezdődhet a mérés értékének a leolvasása, rögzítése.

#### A harmadik főegység jellemzői

A munka fő jellege mikrocsoportos, de a közös munka mellett már az egyéni résztevékenység is folyik. A mikrocsoportok a mérési utasításban rögzítetten felveszik a mérési lépéseket, és a mért értékeket egyéni jegyzőkönyvben rögzítik. A mérés folyamán a mérőműszerek optimális méréshatár beállítását a lépéseknek megfelelően kell elvégezni. Rossz beállítás esetén a technikai ellenőrzés visszajelez, a mérőműszer leold. A tanulók ebből a közvetlen visszajelzésből tudják meg, hogy mérésükben hibát követtek el, újra átgondolják a feladatot és más megoldással próbálkoznak. A tanár figyelmeztet és ellenőrzi a mérési tevékenységet, a gyengébb mikrocsoportokat segíti munkájukban, és leolvasási hibák esetén kompenzációs feladatokat ad. Ebben a periód-

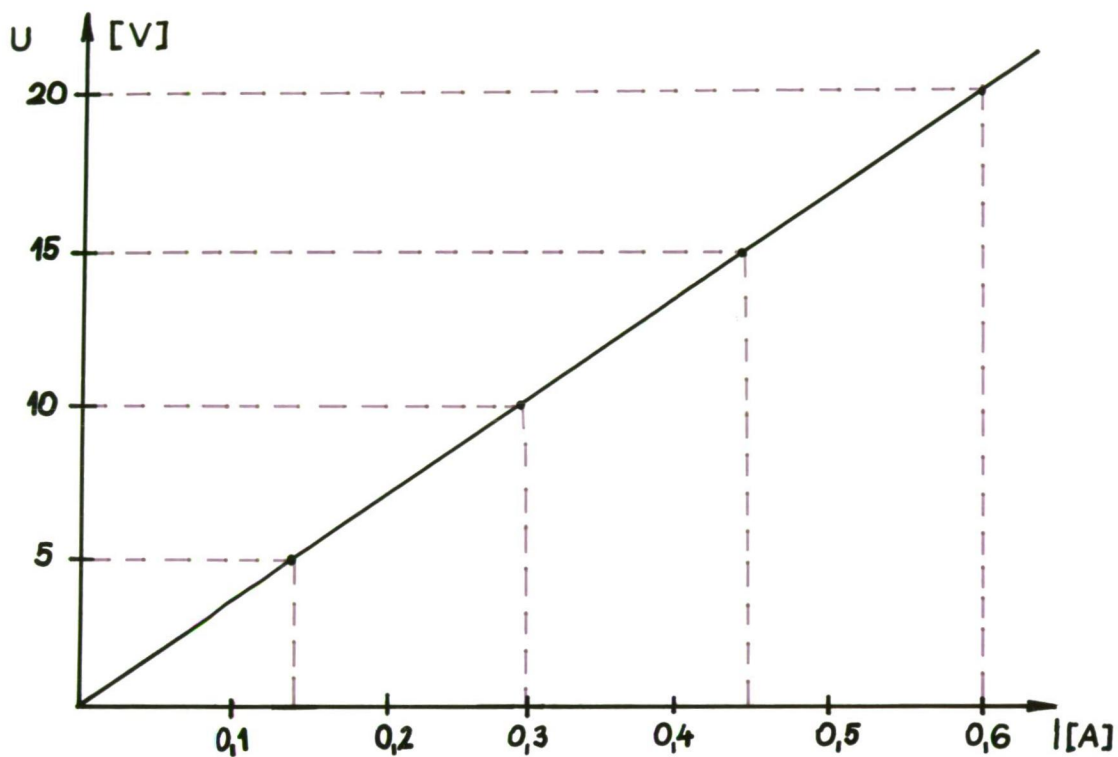


dusban a manipuláltatás és a cselekedtetés stratégiája érvényesül.

#### A negyedik főegység jellemzői

A rögzített mérési eredményeket a tanulók egyénileg ellenőrzik. Erre szolgálnak a technikai ellenőrzés ábrái, diagrammjai, mérési értékei. Az ábrák, diagrammok tájékoztató jellegűek. Erre fel kell hívni a tanulók figyelmét. Például a koordináta rendszerben ábrázolt ellenállásegyenesen nem létfontosságú, hogy az értékpárok metszéspontjai az ellenállásegyenesre esnek. A mért alkatrészek gyártási eltérései a jelölt névleges értéktől 10 %-os is lehet. A mérőműszer hibaszázaléka is befolyásolja a mért értékeket. Lényeges, hogy az értékpárok metszéspontjai tendenciában kövessék az ábrázolt függvényt és a függvény közelébe essenek. A 7. számú ábrán egy ilyen ellenőrzés ábrázolása látható. A feladatlapra a felkészültség áramkoordinátában ábrázolt ellenállásegyenesen került felrajzolásra. Ez a technikai ellenőrzés ábrája. A tanulók a mérési utasításban feladatul kapják 5-10-15 V-os feszültség beállítását, mérést és az ehhez tartozó áramerősség leolvasását, meghatározását és rögzítését táblázatban.

U	5V	10V	15V	20V
I	0,15A	0,3A	0,45A	0,6A



7. számú ábra

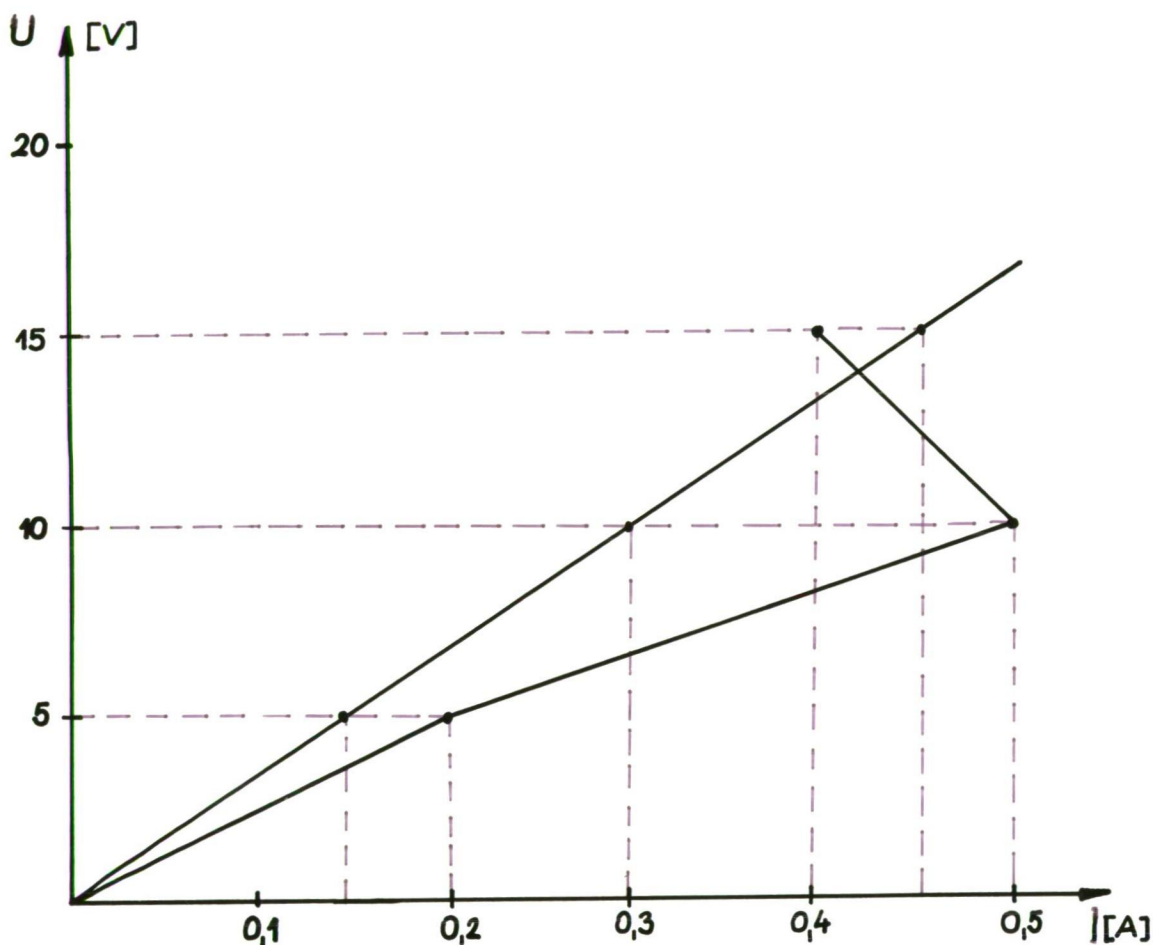
A táblázatban szereplő értékpárok ábrázolásakor azt tapasztalják, hogy azok az egyenesre esnek. Ebből azt a következtetést vonhatják le, hogy mérések megfelelő volt. Nézzünk meg egy rossz leolvasásra példát.

/8. számú ábra /

A táblázat értékpárjai a következők:

U	5V	10V	15V
I	0,2A	0,5A	0,4A

Ábrázolva az értékpárokat koordináta rendszerben, a következő metszéspontokat kapják:



8. számú ábra

A metszéspontok összekötésével kapott függvény eltér az ellenőrző ábra függvényalakjától, pontjai nem esnek egybe. Ebből következik, hogy a mérés értékeinek leolvasása rossz volt. Közlik a tanárral a hibát és a mérést megismétlik. A tanár vezetésével leolvassák az értékeket. A hiba kijavítása után kezdenek neki a

kitűzött feladatok megoldásának, amihez a mért értékek szükségesek. Minden feladat elvégzése után - hasonlóan az előzőekhez -, kontroll ábra vagy érték ad tájékoztatást a számítás helyességéről. A tanár ellenőrzi a munkát és a számított értékeket, és egyidejűleg szükség esetén kompenzál.

A munka befejeztét, azaz a feladatlapok kitöltését a tanulók a tanárnak jelzik, aki áttekinti a feladatlapot és helyes kitöltés esetén elmélyítő mérést vagy feladatot ad. A 3.számú ábra rajzának 4. részletén látható szaggatott háromszög jelzés azt jelenti, hogy lehetséges, hogy mind a három tanuló végzi az elmélyítő mérést vagy feladatot, de lehet, hogy csak kettő vagy egy, az elért eredménytől függően. Erre az időpontra jellemző, hogy lesznek olyan tanulók akik kompenzációs feladatokat végeznek, és lesznek olyanok, akik elmélyítő feladatokkal foglalkoznak. Az oktatásban a cselekedtetési stratégiát alkalmazzuk.

#### Az ötödik főegység jellemzői

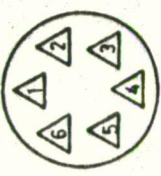
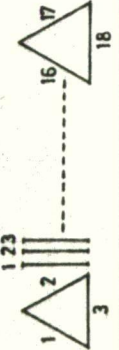

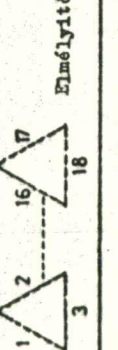
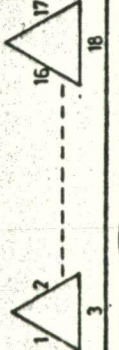
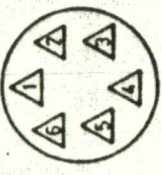
A kompenzáció és az elmélyítő feladatok befejeztével a mikrocsoportok az egyéni számított értékeket közösen egyeztetik, levonják a mérés tapasztalatait, a tanár osztályozza a jegyzőkönyveket. A tanulságok levonását, a törvényszerűségek felismeréseit a technikai ellenőrző



ábrák segítik. Az oktatás stratégiája a cselekedtetés.

#### A hatodik főegység jellemzői

A mikrocsoportok felbomlanak és osztálymunka folyik. Megbeszélik a tanulók a tanár irányításával a mérés által feltárt törvényszerűségeket, mérési tapasztalatokat osztályszinten. Ezeket a megerősített és új ismereteket rögzítik. A tanár kijelöli a házi feladatot és a következő mérési óra anyagát. Az oktatásban az ismerettárolási stratégia dominál.

Sorrend	Technikai ellenőrzés	Ostály, mikrocsoport, egyéni tevékenység	Tanári tevékenység
1		<p>Ostály munka</p> 	<p>A megfelelő foglalkozás rugóított ismeretét és a kijelölt házi feladatot ellenőrzi. Mérés ismertetése, útmutatás a méréshez. / Szóban, írásban, írásos anyagok bemutatásával.</p>
2	<p>Helytelen kapcsolás esetén a túlfeszítés és rövidzárvédelen megszólal, a feszültség leírják, a tápfeszültség jelző kialszik.</p>	<p>Kapcsolás összeállítása, műszerek, eszközök előkészítése.</p> 	<p>A műszerek és eszközök kiadása a mikrocsoporthoz. Az összeállított mérések, kapcsolások ellenőrzése. A kapcsoláshoz segítségadás / kompenzáció /. Feszültségre kapcsolás engedélyezése.</p>
3	<p>A mérőműszer, ha a mérés után nem jól lett megválasztva, leold.</p>	<p>A mérés értékelés leolvasása a mérési utasítás lépéseinek megfelelően a mikrocsoporthoz.</p> 	<p>Ellenőrzi a mérési tevékenységet. Helytelen kapcsolás esetén felhívja a figyelmet és rávezető feladatot ad.</p>
4	<p>Ábrák, diagramok szolgálnak a mérés értékelés és a számítások helyességének ellenőrzésére.</p>	<p>Egyéni kiértékelés, mérési feladatlap kitöltése.</p> 	<p>Egyéni kiértékelés irányítása, ellenőrzése, szükséges kompenzáció végzése. Elmélyítő mérések és feladatok kiadása.</p>
5	<p>Ábrák, diagramok szolgálnak a mérés értékelés és a számítások ellenőrzésének céljára.</p>	<p>A mikrocsoport a mérési kiértékelés, feladatlap megbeszélése, a kapcsolás készítése, műszerek elrakása.</p> 	<p>A mikrocsoport munkájának kiértékelése. Az egyéni jegyzetanyagok osztályozása.</p>
6		<p>A mérés folyamán bizonyított törvények, mérési tapasztalatok közös megbeszélése, rugóítása.</p> 	<p>A tanár irányít, vezeti a munkát. Ismerteti a házi feladatot és a következő mérést.</p>

### 3. A váltakozó áramú mérések összetett áramkörökben megtanítási programcsomagjának kialakítása

Az egyenáramú mérések tematikus egységek elsajátítása során a tanulók már megismerték a műszerek jellemzőit, és az egyenáramú mérések eljárásait. A váltakozó áramú mérések során a műszerek áramkörökbe való bekapcsolását, valamint egyszerű áramkörök létrehozását, és az alkatrészek elektrotechnikai jellemzőinek mérését elsajátították. Ezen egységek megtanítása során nem csak a matematika és az elektrotechnikai ismereteik bővültek, vagy a már meglévő tudásuk erősödött meg, hanem megfelelő mérés-kultúra is kialakult. Az összetett áramkörök mérési eljárásainál ezt figyelembe kell venni, ezért az elemző munka során ennek megfelelően kell egységbe szervezni a tananyagot, az információhordozó rendszereket, a mérési tevékenységeket, azaz az összetett áramkörök programcsomagját.

A tematikus egység feldolgozása során nem hagyható figyelmen kívül az, hogy a tanulók az egyenáramú, valamint a váltakozó áramú egyszerű áramkörök tematikus egységeinek végrehajtása során olyan ismeretekkel kell, hogy rendelkezzenek, melyeknek tudása az összetett áramkörök méréseinél feltétlenül szükségesek.

Ilyen elméleti ismeretek pl.: az egyenáramú Ohm törvénynek és Kirchhoff törvényeinek, valamint a váltakozó



áramú körök esetében a frekvencia, körfrekvencia, induktív és kapacitív reaktancia fogalmainak és számításainak tudása, valamint a feszültség- áram és frekvencia-mérés tevékenységeinek gyakorlati ismerete. Az összetett áramkörök programcsomagja az előző programcsomagok logikai felépítését követi, tartalmában azonban eltér, mivel az előzőekre épülve, az egyes alkatrészek soros, illetve párhuzamos kapcsolású áramköreinek kialakítását és mérési eljárásainak elsajátíttatását tűzi ki feladatául.

Tartalmazza:

- a. a tematikus egység elsajátításához szükséges fogalmak és törvények rendszerét és azok kapcsolatait
- b. feladatbankba szervezett alternatív elemekre bontott mérési, kompenzációs és elmélyítő feladatokat
- c. egyes témák részletes munkaformáját, tanár és tanuló tevékenység rendszerét képező blokkokat
- d. a témák elsajátítását elősegítő információs anyagokat és a mérési tevékenységhez szükséges eszközök rendszerét



### 3.1. A feldolgozásra kerülő tematikus egység anyaga

A villamos műszerek és mérések tanterv célul tűzi ki a műszerek szerkezeti felépítésének, kezelésének és leolvasásának ismeretét, a mérési kapcsolások összeállítást, valamint a mérések szakszerű végrehajtását és a mért értékek kiértékelését. Ezen tantárgy célja olyan mérés technikai ismeretek megszerzése és megalapozása, mely által lehetővé válik az üzemi mérések és szakmérések szakember által végrehajtandó feladatok pontos és maradéktalan teljesítése. Mivel a mérés technikai tantárgy tanítása szorosan kapcsolódik az elektrotechnikai ismeretekhez, ezért a mérés által kapott adatok kiértékelése bizonyos fokú elektrotechnikai számítások elvégzését vonja maga után. Ismeretes, hogy a mérés végrehajtásához olyan alapvető fizikai, matematikai és elektrotechnikai ismeretek szükségesek, melyeknek hiányosságai, vagy nem tudása a feladatok végrehajtásának ismeretét nagymértékben befolyásolják. A tanítandó tananyag struktúráját lefedő feladatrendszer olyan tudáselemeket és megoldási eljárásokat, valamint cselekvéseket tartalmaz, melyeknek végrehajtása elvezeti a tanulót a tartós elsajátításáig.

Az anyag feladatbankba szervezett, sorszámozott feladatokból áll, melyek mérési eljárások, kompenzációs fel-

adatok és javító kulcsok formájában került feldolgozásra. Ezen anyag témakörei a tanterv követelményeit figyelembevéve a következő sorrendet követik:

I. Ellenállás és induktivitás soros kapcsolásának mérése folyamán a műszerek áramkörökbe való bekötésével az eddig tanult és begyakorolt eljárásokat végezték el a tanulók. A mérések eredményeinek kiértékelésénél olyan elektrotechnikai fogalmakkal kellett tisztába lenniük, melyeket az előző méréseiknél nem tanultak. Ilyenek voltak az impedancia fogalma és számítása, Ohm törvényének alkalmazása a váltakozó áramú soros áramköröknél, vektorok eredőjének meghatározása, Pythagoras tételének alkalmazása, négyzetgyök-vonás és trigonometrikus összefüggések matematikai ismerete. Ezen fogalmakat fizika, elektrotechnika és matematika tantárgyakon belül tanulták és az előfelmérés alkalmával számot adtak róla. A hiányos ismeretekkel rendelkező tanulók kompenzációban részesültek. A mérési feladat során adott értékű ellenállás és induktív ellenállás feszültségeit, a tápláló feszültséget és az áramkörben folyó áramot kellett mérni. A mért adatok alapján feladatként szerepelt léptékhelyes feszültségháromszög megszerkesztése. A feladat végrehajtása során ismerniük kellett az ellenálláson és induktív ellenálláson mért fe-

szültségek fázis helyzetét ahhoz, hogy zárt háromszöget kapjanak. Ezen feladat elvégzése után az áramkör impedanciáját kellett meghatározni, melynél ellenőrző érték alapján lehetett meggyőződni a számítások /négyzetre emelések, négyzetgyök vonások/ helyességéről. Amennyiben a műszer leolvasása nem volt megfelelő, abban az esetben az ellenőrző értéktől jelentősen eltért a számított érték. A mért eredmények pontos értékei a feladatbank javítókulcsaiban megtalálható. Az impedancia kiszámítása után a fázisszög értékének meghatározása volt a feladat, ahol trigonometriai ismeretekre valamint az impedancia helyes értékére volt szükség ahhoz, hogy a javítókulcsban szereplő értéket megkapják.

II. A következő mérési feladat egy adott ellenállás és kapacitív ellenállás soros kapcsolásának mérése volt. A feladat végrehajtása során a műszerek bekötését és leolvasását az előző feladathoz hasonlóan kellett végezni. Az elektrotechnikai és matematikai, valamint fizikai ismeretek itt is olyan mértékben voltak szükségesek, mint az előző mérés esetén. A mért értékek ellenőrzés céljából a javítókulcsban szerepelnek. Szintén feladatként szerepelt feszültségháromszög szerkesztése mért adatokból, és ismerni kellett a kondenzátor feszültség és

áram viszonyait, melynél a fázisviszonyok az induktívitás fázisviszonyaival ellentétesek. Az impedancia számítása ismert módon ellenőrző érték feltüntetésével volt, a feladat és az előző mérési feladathoz hasonlóan a fázisszög értékének meghatározása szerepelt.

III. A harmadik mérési feladat egy soros rezgőkör mérésének végrehajtása volt. A mérési kapcsolás összeállítása után 10 V feszültség mellett 20 Hz, 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz, valamint rezonancia frekvencia értéknél az átfolyó áramerősséget kellett megmérni feladatként. A mért adatok alapján a feltüntetett frekvencia értékeknél meg kellett határozni az áramkör impedanciáját. A feladat elvégzéséhez Ohm törvényeinek ismerete volt szükséges, azonban ellenállás helyett a feszültség és áram hányadosaként impedanciát vagy más néven látszólagos ellenállást kapunk. A feladatok elvégzése után az impedancia jelleggörbéinek megszerkesztése szerepelt, melyet a frekvencia függvényében léptékhelyesen kellett megoldani. A jelleggörbe felvételhez logaritmikus értékeket kellett alkalmazni, melyet jól mutat az ellenőrzés végett megszerkesztett ellenőrző ábra. Az impedancia az elektrotechnikában tanultak szerint a rezonancia frekvencián a legkisebb értékű



és Ohmos jellegű. Amennyiben a megszerkesztett ábra eltér az ellenőrző ábráktól, a mért adatokban van a hiba. A rezonancia frekvencia értékének meghatározására számítás útján jutottak el a tanulók. Adott értékű kapaci--tás és induktivitás esetén a feladat megoldásához szükséges Thomson formulát kellett ismerni. A kapott rezonancia frekvencia értéke az impedanciai jelleggörbe ábrán levő értékkel megegyezik, tehát ellenőrizhető volt a javítókulcs nélkül is a mért értékekből számítás útján meghatározott rezonancia frekvencia. A soros rezgőköri mérések mellett a párhuzamos rezgőkör kapcsolását, felépítését és működését is tisztázni kellett, ugyanigy a feszültség és áram rezonancia jelenségeit is. A párhuzamos rezgőkör méréseit nem végezték el a tanulók, mivel a fő cél a rezonancia frekvencia meghatározása volt, mely soros rezgőkör esetén is tisztázható.

IV. A negyedik mérési feladat egy adott ellenállás és induktivitás párhuzamos kapcsolásának összeállítása, a tápfeszültség mérése, valamint az ellenálláson és induktív ellenálláson átfolyó áramerősség értékeinek meghatározása volt. Az eddigi soros körök méréseinél célként a feszültségek értékeinek meghatározása, párhuzamos kapcsolások esetén az alkatrészen átfolyó áramerősségek értékeinek mérése és

Kirchhoff csomóponti törvényének megismerése szerepelt feladatként.

Párhuzamos áramköröknél az impedanciák reciprok értékeinek, az admittanciáknak kiszámítását tűztem feladatul a tanulók elé. Az elektrotechnikában tanultak szerint az egyenáramú soros kapcsolások esetén az ellenállások adódnak össze, párhuzamos kapcsolások esetén viszont ezek reciprokai, a vezetések adódnak össze. Hasonlóan az egyenáramú körökhöz, a váltakozó áramú köröknél soros kapcsolások esetén az impedanciák, párhuzamos kapcsolásoknál az admittanciák adódnak össze komplex módon. Egy párhuzamos áramkör összeállítása, feszültség és árammérők áramkörbe kapcsolása új feladatot jelentett a tanulók számára. A mért értékek kiértékelése után tetszőleges lépték felvételű áramháromszög szerkesztése szerepelt feladatként. Mélyebb ismeretet jelentett az induktív ellenálláson keletkező feszültség és áramviszonyok tudása, melynek hiányossága a feladat megoldhatatlanságát jelentette. Az admittancia kiszámításához viszont az Ohm-os vezetés és induktív vezetés ismerete volt szükséges. Az ellenőrző érték megadásával ellenőrizni lehetett a számítás helyességét. Az áramkörben mért értékek adatai javítókulcsban szerepelnek.

V. Az ötödik mérési feladat egy adott ellenállás és kapacitív ellenállás párhuzamos kapcsolásának összeállítása, a tápfeszültség és egyes ellenállásokon átfolyó áramerősség mérése volt. Az előző mérési feladatokhoz hasonlóan a műszerek által mért értékek rögzítése után áramháromszög megszerkesztése szerepelt feladatként, melynek pontos végrehajtása megkövetelte a kondenzátoron lévő feszültség és a rajta átfolyó áramerősség fázishelyzetének ismeretét. Az admittancia meghatározása az előző ismeretek alapján megoldható volt, és ellenőrző érték megadásával ellenőrizhetővé vált. A mérés folyamán feladatként szerepelt még a mért érték alapján az ellenállás értékének meghatározása és összehasonlítása az adott kapcsolatban szereplő ellenállás értékkel, ugyanígy a kapacitív ellenállás Ohm törvény alapján való kiszámítása is feladatként szerepelt. A mérési feladatnak utolsó számítása a fázisszög meghatározása volt, az áramháromszögből, méréssel és számításal egyaránt.

VI. A feladatbank a mérési feladatok mellett elmélyítő feladatrendszer is tartalmaz abból a célból, hogy azok a tanulók, akik a feladataikat időn belül és jól elvégezték, tudásuk és ismereteik bővítésére és elmélyítésére külön feladatokat kapjanak.



Ezek a feladatok különböző mérések, áramkörök, kapcsolások összeállítása, valamint egyes blokkokban feltüntetett műszerkönyvekben szereplő áramkörök kapcsolásainak tanulmányozása a mérést vezető tanár utasításainak megfelelően.

Az ellenállás és induktivitás soros kapcsolásainak mérési feladatait és számításait jól és gyorsan elvégző tanulók számára egy olyan elmélyítő mérést alkalmaztam, melynél digitális mérőműszerrel kellett megmérni 12 V 1 kHz-es tápfeszültség mellett egy adott induktivitáson keletkező feszültséget és áramerősséget. Elmélyítő feladatként szerepelt az MM-5 és MK-5 műszerkönyvek áramköreinek tanulmányozása is.

Az ellenállás és kapacitás soros kapcsolásának mérésénél elmélyítő mérési feladatnak egy háromfázisú tekercselés reaktanciájának ellenőrzését adtam, melynél meg kellett mérni a három tekercs feszültségét, az átfolyó áramot és a mért adatok alapján Ohm törvényének felhasználásával az induktív reaktanciák értékeit kellett kiszámítani.

Soros rezgőkör mérését jól és gyorsabban teljesítő tanulók számára elmélyítő feladatként egy párhuzamos rezgőkör kapcsolásának összeállítása, valamint a főágban folyó áramerősség meghatározása és az Ohm-os, valamint rezonancia frekvencián kapacitív és induktív áramerősségek megállapítása szerepelt. Párhuzamos kapcsolások-



nál elmélyítő feladat volt még az MM-5 és MK-5 műszer-könyvek áramköreinek, kapcsolási rajzainak és kezelési utasításainak tanulmányozása is.

VII. A mérési feladatok elvégzése után témazáró mérésre és a tudásszint felmérésére került sor, melynél a kritériumot nem teljesítő tanulók utókompenzálásban, a kritériumot teljesítő tanulók pedig elmélyítésben részesültek. Elmélyítő feladatként egy adott kondenzátor és mágneskapcsoló tekercsének párhuzamos kapcsolását kellett összeállítani és meg kellett mérni a tápfeszültség mellett a főág és a mellékágak áramát. A feladat programozott jellegű volt, és a számításokban a mért értékek alapján Ohm törvényének felhasználásával meg kellett határozni az impedanciát, az admittanciát, az induktív reaktanciát és ebből, egyenlet rendezéssel az induktivitás értékét. Feladatként szerepelt még Thomson formula alapján a rezonancia frekvencia értékének kiszámítása is.

VIII. Az elmélyítő feladatok és mérések mellett a feladatbank és javítókulcsa algoritmizált feladatokat is tartalmaz, melyeknek programlépései a bankban, a lépések válasz értékelései a javítókulcsban találhatók. Ezen feladatoknak elsősorban az a szere-

pük, hogy azok a tanulók, akiknél az elektrotechnikai, fizikai és matematikai ismereteik gyengébbek, kompenzációs céllal ezen feladatokat oldják meg. Az előfelmérés által feltárt hiányosságokat a tanár értékeli és a kritérium alatt teljesítő tanulókkal ismereteik hiányosságainak jellege szerint kompenzáló feladatokat oldat meg abból a célból, hogy a mérési feladat végrehajtásához megfelelő ismeretekkel és tudással rendelkezzenek. Kompenzáló feladatokat lehet, sőt érdemes a mérések végrehajtásának során, annak jó megoldása érdekében egyes tanulókkal elvégeztetni.

A témafelmérés után a hiányosságok kiküszöbölésére utókompenzációs céljából ezen feladatok jó eredménnyel felhasználhatók.

### 3.2. Az alkalmazott mérőműszerek

A váltakozóáramu mérések összetett áramkörökben című tematikus egység feldolgozása során az előzőekhez hasonlóan a VTE Tápegység mellett az MM-1, MM-2, MM-4, és MM-5 mérőműszerek, valamint ezek műszerkönyvei szerepeltek. Ezeket a műszereket a tanulók már nagyrészt ismerték, hiszen az egyszerű áramkörök mérésénél már használták.

Az MM-5 mérőműszer részben ismeretlen volt, ezért e műszer kezelésére, jellemzőire, kapcsolására kellett a figyelmet felhívni. Az elmélyítő feladatok kérdései is az MK-5 és MK-4 műszerkönyvekre vonatkoztak.

Ujdonság volt még az MK-4-es minimulti 2002 S digitális multiméter, mivel a műszerparkot ezzel a műszerrel 1982-ben szereltük fel. Ennek a műszernek a műszerkönyve nemcsak elmélyítő feladat volt, hanem otthoni házi feladatként is tanulmányozni kellett.

Az elmélyítés során az MK-5 műszerkönyv tanulmányozásakor a következő kérdésekre kellett a választ megkeresni:

- mekkora a generátor frekvencia tartománya,
- melyek a készülék fő részei és mi a szerepük,
- hogyan kell a készüléket üzembe helyezni és a kívánt frekvencia értékeket beállítani.

Az elmélyítés otthoni feladatként szereplő MK-4 műszerkönyv tanulmányozásánál a következő kérdéseket kellett

tisztázni:

- mekkora az egyenfeszültség, egyenáram, váltakozó feszültség és váltakozó áram, valamint ellenállás mérési tartományai
- a készülék működtetésének milyen feltételei vannak,
- melyek a műszer főbb részei és azok feladata,
- hogyan történik az egyenáram és feszültség, a váltakozó áram és feszültség, valamint az ellenállások mérése.



#### 4. Váltakozó áramú mérések összetett áramkörökben megtanítási programcsomagjával elért eredmények értékelése

##### 1. Témányitó mérés értékelése

A váltakozó áramú mérések egyszerű áramkörökben programcsomagjának végrehajtása során a tanulók olyan elektrotechnikai ismeretekre és mérési eljárásokra tettek szert, melyeknek tudása az összetett áramkörök mérésénél is fontosak. Ezért erről a tudásról, mint előfeltétel ismeretről számot kellett adniuk, melyet témányitó felméréssel végeztek el. A témányitó feladatlapok "A" és "B" változata egyaránt 36 pontos volt. A feladatbankból kiválasztott feladatok és mérések reprezentálták azokat a tudáselemeket, melyeknek meglétéről meg kellett győződni a további munka érdekében. A feladatlapok elektrotechnikai ismeretei magukba foglalták a frekvencia, az induktív és kapacitív reaktancia kiszámítását. A soros kapcsolások esetén az impedancia kiszámítását, valamint a fázisszög meghatározását párhuzamos kapcsolások esetén, az admittancia meghatározását és kiszámítását, valamint tartalmazta a soros és párhuzamos rezgőkör összefüggéseit, rezonancia frekvencia kiszámításának módját. Mérési feladatok közül induktív és kapacitív ellenállás mérés

összeállítása, műszerek bekötése és leolvasása, és a mért értékekből elektrotechnikai számítások elvégzése. Az előfelmérés blokkja ennek részletes ismertetését nyújtja. Az alternatív elemekre bontott feladatok közül "A" teszt esetén 1 db 6 pontos, 1 db 4 pontos, 5 db 3 pontos, 4 db 2 pontos, 3 db 1 pontos feladat volt, "B" teszt esetén 1 db 6 pontos, 2 db 4 pontos, 5 db 3 pontos, 3 db 2 pontos és 1 db 1 pontos volt. A felmérő tesztlap "A" változatát 115 tanuló írta meg. A tanulócsoport a maximális 36 pontból átlagosan 26 pontot teljesített. A szórás értéke 5,7 volt. A megtanítási kritérium 75 %-os szintjét, 28 pontot a tanulók 41 %-a nem teljesítette. A minimális pontszám 16 pont volt, melyet 5 tanuló, 18 pontot 7 tanuló, 20 pontot 6 tanuló, 22 pontot 9 tanuló, 24 pontot 5 tanuló, 25 pontot 8 tanuló és 27 pontot 9 tanuló ért el. Ezek a tanulók előkompenzálásban részesültek.

A feltárt hiányosságok a következők voltak. Elektrotechnikai ismeretek hiányosságai, melyek abban mutatkoztak meg, hogy a váltakozó áramú körök impedancia számítását nem tudták jól elvégezni, tévesen tudták a rezonancia frekvencia kiszámítási módját. Sok esetben a matematikai és fizikai ismeretek is hiányosak voltak, pl.: négyzetösszegekből vont négyzetgyököt nem jól végezték el, párhuzamos áramköröknél a reciprok értéket nem megfelelően értelmezték, ezért a számítások is hibásak voltak.

Jelentős volt a trigonometriai összefüggések hiányossága, valamint sok esetben a tizedesvesszőket nem megfelelő helyekre irták, és sok egyenletrendezési matematikai tudáshiány jelentkezett a feladatok kijavítása során.

A kompenzáció a feladatbank kompenzációs feladataiból, valamint tanári magyarázatokból állt. A jelentősebb hiányosságok kiküszöbölése után került sor a témanyitó feladatlap "B" változatának megírására, melynél 115 tanulóra vonatkozóan a következőképpen alakultak az eredmények. A tanulók a maximális 36 pontból átlagosan 30 pontot teljesítettek. A szórás értéke 5-re csökkent. A 75 %-os kritérium 28 pontját 29 tanuló nem érte el a következő felosztásban. 16 pontot 1 tanuló, 17 pontot 2 tanuló, 18 pontot 3 tanuló, 19 pontot 2 tanuló, 20 pontot 4 tanuló, 21 pontot 1 tanuló, 22 pontot 3 tanuló, 23 pontot 2 tanuló, 24 pontot 3 tanuló, 25 pontot 2 tanuló, 26 pontot 4 tanuló és 27 pontot 2 tanuló teljesített. A témanyitó poligonja és hisztogramja mellékletben található.

## 2. Témazáró mérés értékelése

A tematikus egységek végrehajtása és megtanulása után a célismereteknek megfelelő mérés és elektrotechnikai tudásról témazáró felméréssel kell meggyőződni.

A témazáró feladatokat a feladatbankból állítottam össze, egy 37 pontos "A" teszt és egy 37 pontos "B" teszt formájában. A feladatok mérésekből és számításokból álltak. Tartalmazták a soros és párhuzamos kapcsolások összeállítását, feszültség és áram méréseit, és a mért értékekből impedancia, admittancia, fázisszög és vektorábra számításokat és ábrázolásokat.

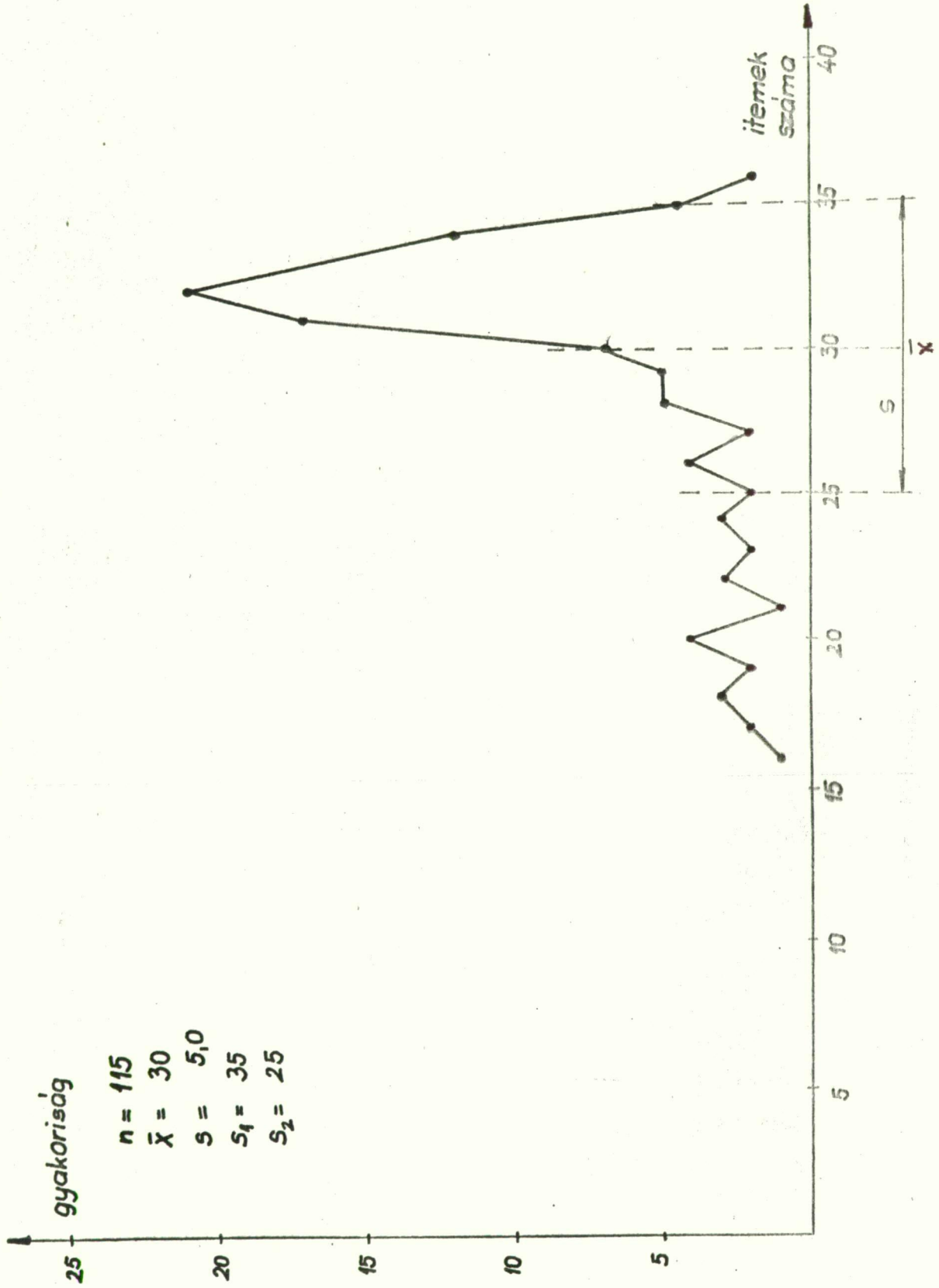
A témazáró feladat "A" változatát 119 tanuló írta meg. A témazáró feladatnál kritériumnak a 80 %-os 29 pontot vettem, melyet a tanulólétszám 30 %-a nem teljesítette. Az átlag 27 pont volt és a szórás értéke 4,2. 18 és 20 pont között 7 tanuló, 20-22 pont között 10 tanuló, 22-24 pont között 6 tanuló, 24-26 pont között 5 tanuló és 26-28 pont között 7 tanuló nem teljesítette a kritérium pontszámát. Ezek a tanulók utókompenzálásban részesültek.

A hibák nem a mérési eljárásokból és a törvényszerűségek felismeréséből adódtak, hanem számolási hibákból, pontatlan szerkesztésekből.

A kompenzációs feladatok elvégzése után került sor a "B" teszt megírására, mely 119 tanulóra vonatkozóan a következőkben alakult. A szórás értéke 3,39-re csökkent. A tanulólétszám közül mindössze 10 fő nem teljesítette a kritériumot. A legalacsonyabb pontszám 22 volt, és az átlag 24 pontra növekedett. A témazáró poligonja és hisztogramja mellékletben található.

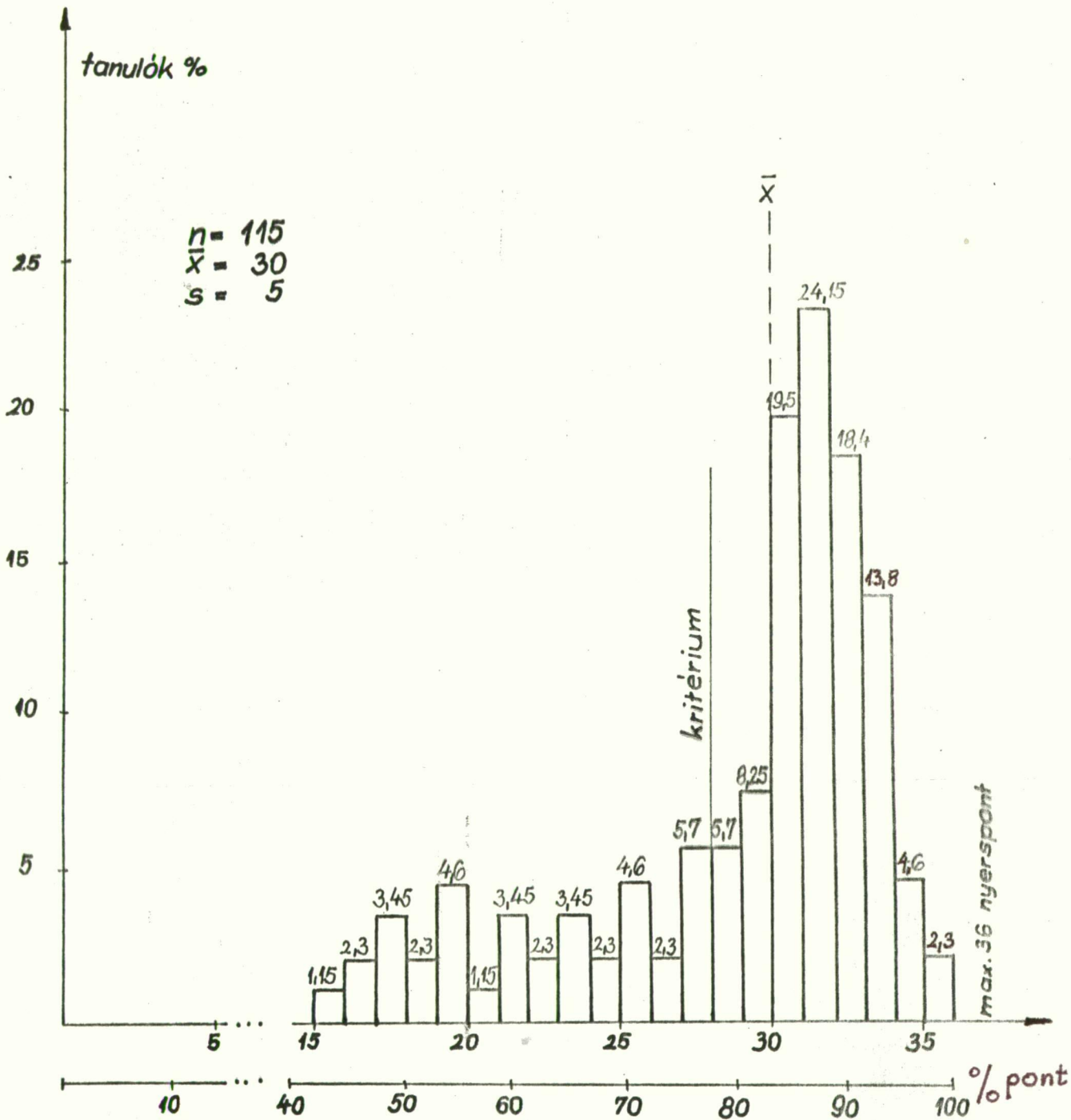


Poligon  
Témányító: változó áramú mérések  
összetett áramkörökben



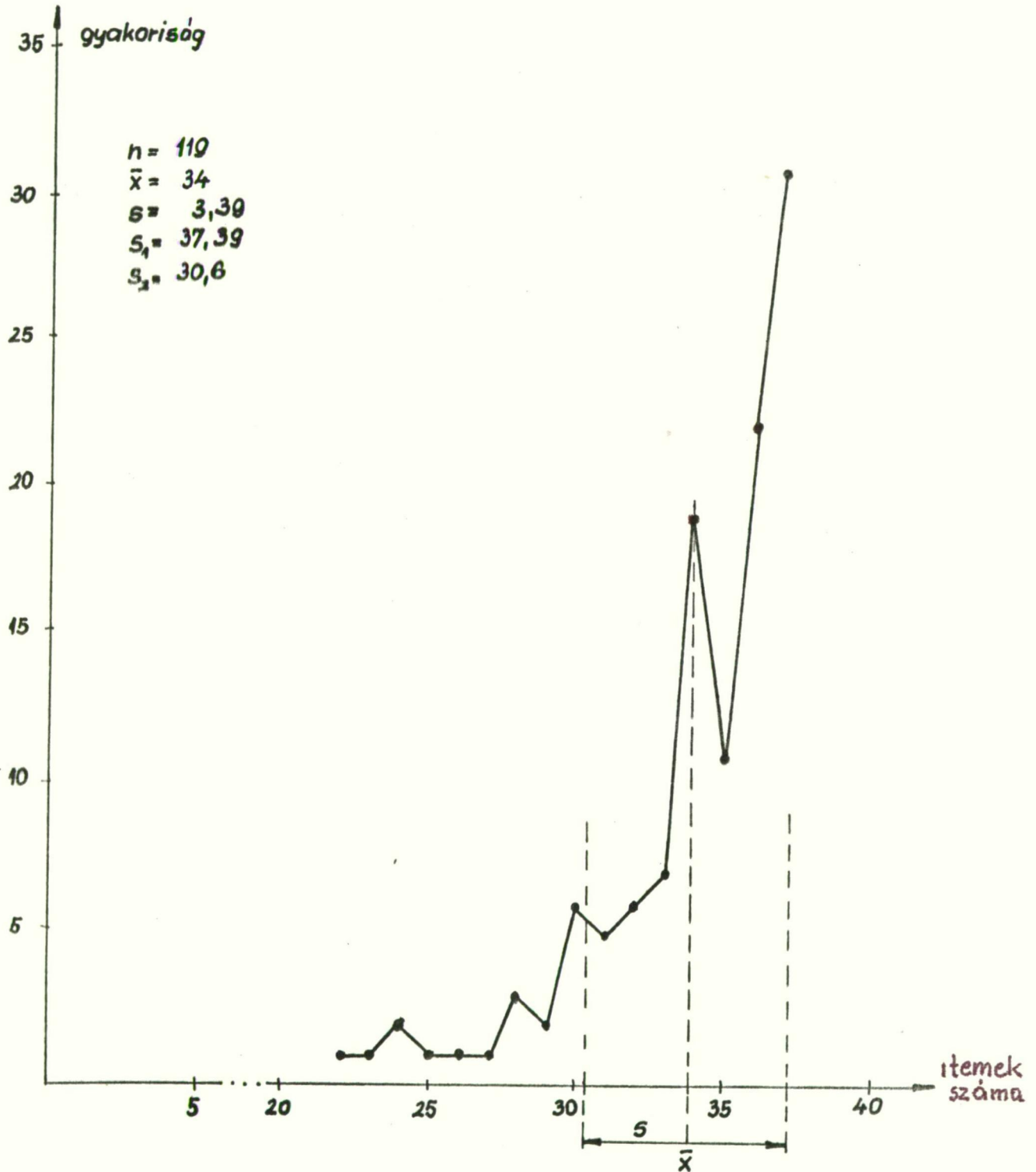
## Histogram

Témayitó: változó áramú mérések  
összetett áramkörökben



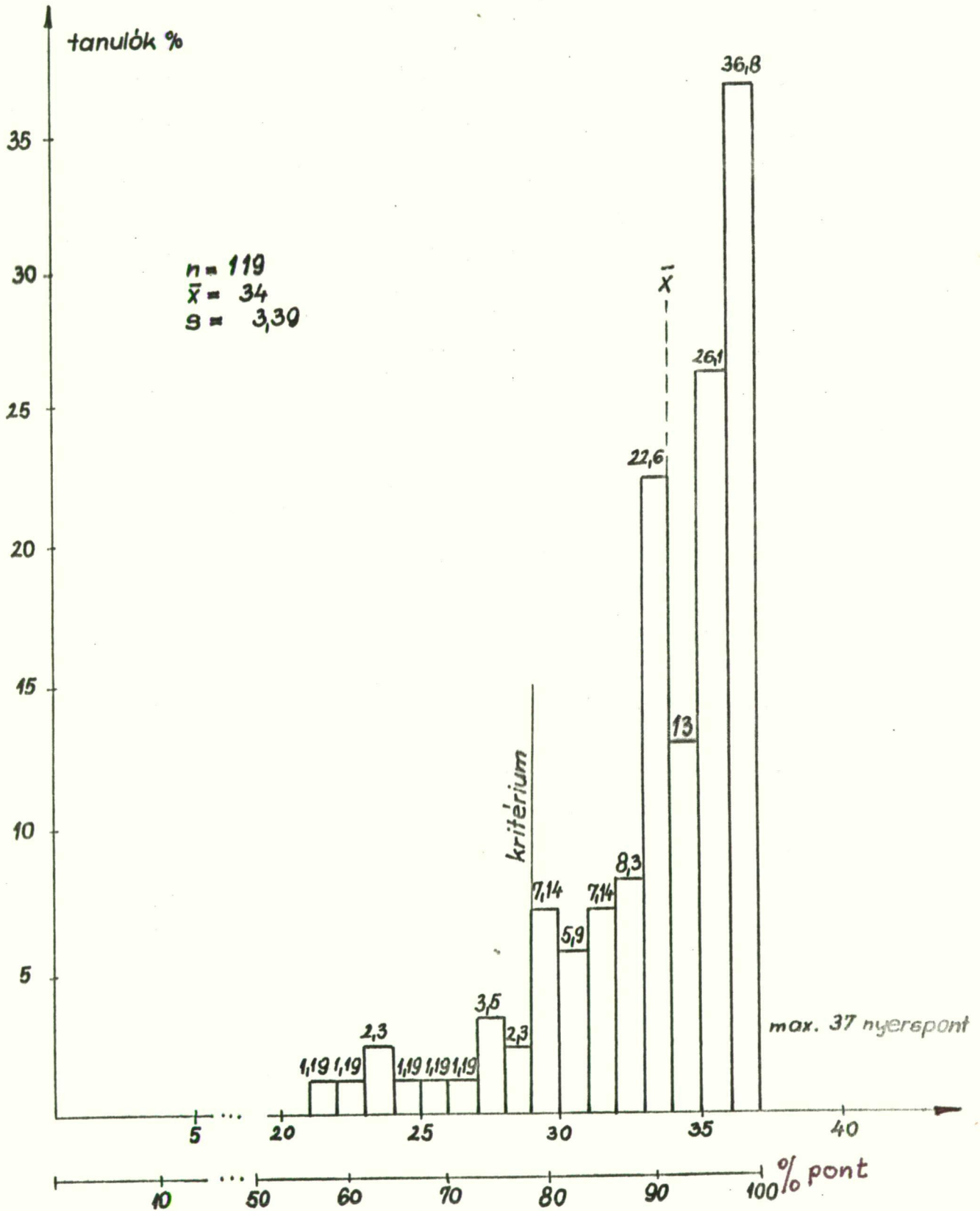
# Poligon

Témazáró: változó áramú mérések  
összetett áramkörökben



# Histogram

Témazáró: váltakozó dramú mérések összetett  
áramkörökben





5. V Á L T A K O Z Ó   Á R A M U   M É R É S E K

Ö S S Z E T E T T   Á R A M K Ö R Ö K B E N

MEGTANITÁSI   ~~PROGRAM~~CSOMAGJA

5.1.

V Á L T A K O Z Ó   Á R A M U   M É R É S E K

Ö S S Z E T E T T   Á R A M K Ö R Ö K B E N

TANÁRI   PROGRAMFÜZET

A megtanítási programtervben alkalmazott rövidítések

TP	tanulói program
TK	tankönyv
MK	Műszerkönyv
BANK	Feladatbank
JK	Javítókulcs
FRONT	Osztály munka
CSOP	Csoport munka
EGYÉNI	Egyéni munka
IT	Írásvetítő transzparens
DA	Diavetítő ábra
KB	Bemutató kísérllet
MB	Tanári bemutató mérés
MT	Tanulói mérés
MM	Mérőműszer
MP	Mérőpanel
ETE	Egyenáramú tápegység
VTE	Váltakozó áramú tápegység

A megtanítási programhoz tartozó eszközök listája

1. Tankönyvek

a./ Nagy Ferenc Csaba: Elektrotechnika I. II. III.

Tankönyvkiadó Budapest 1979

/ TK-1 /

b./ Téglás Imréné: Villamos műszerek és mérések I.

Műszaki Könyvkiadó Budapest 1982.

/ TK-2 /

c./ Fábián Tibor: Műszaki ismeretek II.

Műszaki Könyvkiadó Budapest 1981.

/ TK-3 /

2. Feladatbank / Bank-4 /

3. Javítókulcs / JK-4 /

4. Diavetítő ábrák

Viefochmesser-III / DA-22 /

GANZUNIV-3 / DA-23 /

FW teljesítménymérő / DA-24 /

Minimulti-200 L / DA-25 /

Mérőpanel MP-1 / DA-26 /

Mérőpanel MP-2 / DA-27 /

Mérőpanel MP-3 / DA-28 /

Váltakozó feszültség jellemzői sorozat / DA-29-DA-39/

Teljesítmény generátor / DA-40 /

Teljesítménytényező mérő / DA-41 /



## 5. Írásvetítő transzparenszek

Váltakozó feszültségre kapcsolt ellenállás és induktivitás soros kapcsolása / IT-62 /

Váltakozó feszültségre kapcsolt ellenállás és kapacitás soros kapcsolása / IT-63 /

Váltakozó feszültségre kapcsolt ellenállás, induktivitás és kapacitás soros kapcsolása / IT-64 /

Rezonancia feltétel és rezonancia frekvencia meghatározása impedancia és áramgörbe / IT-65-66 /

Váltakozó feszültségre kapcsolt ellenállás és induktivitás párhuzamos kapcsolása / IT-67 /

Váltakozó feszültségre kapcsolt ellenállás és kapacitás párhuzamos kapcsolása / IT-68 /

Váltakozó feszültségre kapcsolt ellenállás, induktivitás és kapacitás párhuzamos kapcsolása / IT-69 /

## 6. Mérőműszerek

Vielfochmesser III /MM-1/

GANZUNIV - 3 /MM-2/

FW teljesítménymérő /MM-3/

Minimulti-200 **1** /MM-4/

Teljesítmény generátor /MM-5/

Teljesítménytényező mérő /MM-6/

7. Műszerkönyvek

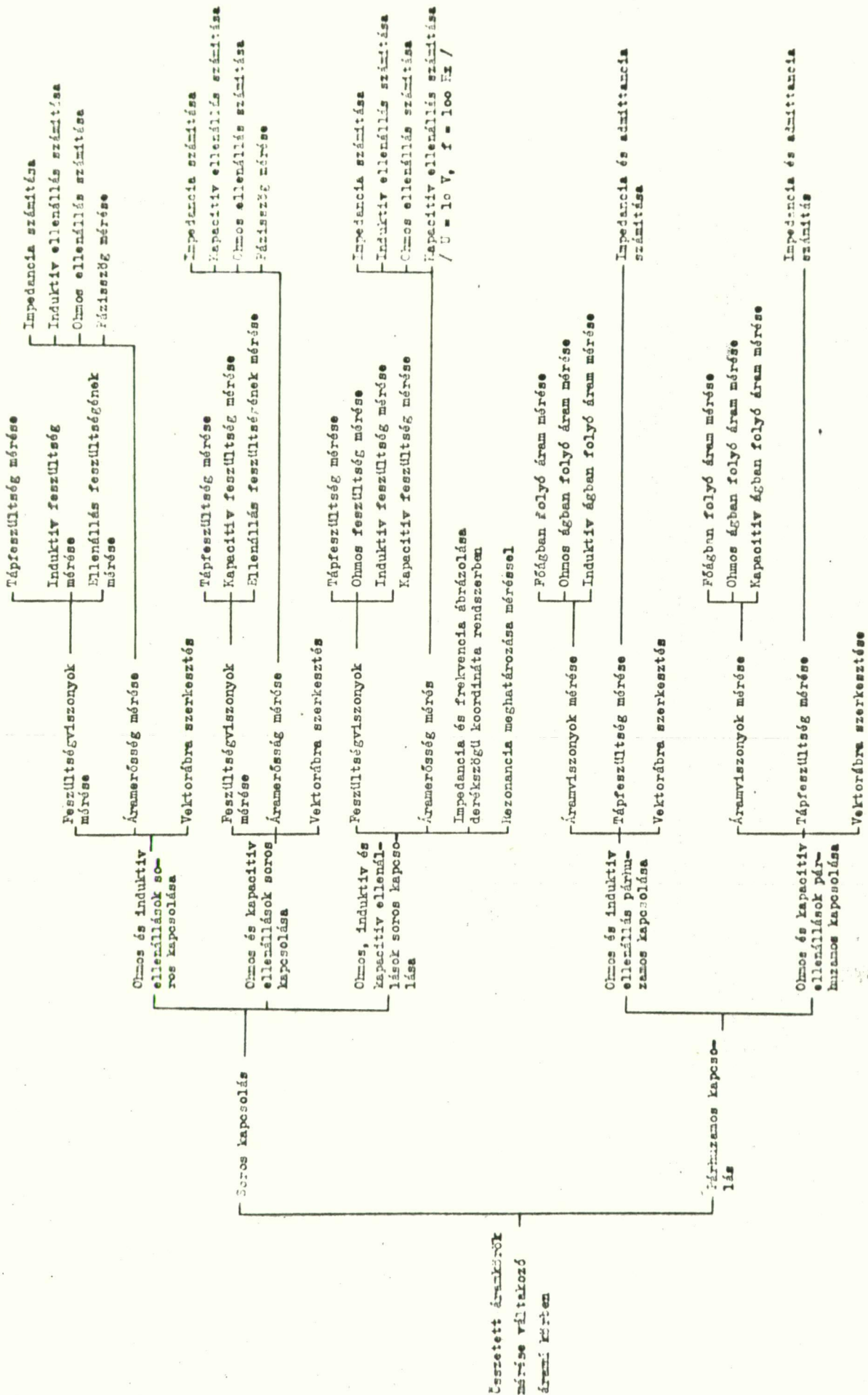
GANZUNIV-3	/ MK-1 /
Vielfochmesser III.	/ MK-2 /
FW teljesítménymérő műszerkönyve	/ MK-3 /
Minimulti-2002 műszerkönyve	/ MK-4 /
Teljesítmény generátor műszerkönyve	/ MK-5 /

8. Tápegység

Váltakozó áramú tápegység	/ VTE /
---------------------------	---------

9. Mérőpanelek

1-es Mérőpanel	/ MP-1 /
2-es Mérőpanel	/ MP-2 /
3-as Mérőpanel	/ MP-3 /



TEMATIKUS EGYSÉG TÉMAI ÉS RÉSZTÉMAI

TÉMAK	ALTÉMAK	RÉSZTÉMAK	REPREZENTÁCIÓK
1.	Összetett áramkörök mérése soros kapcsolású váltakozó áramú körben.		
1.1.	Ohmos és induktív ellenállások soros kapcsolásának mérése.	1.1.1. Tápfeszültség mérése 1.1.2. Induktív feszültség mérése 1.1.3. Ellenállás feszültségének mérése 1.1.4. Áramerősség mérése, impedancia számítása 1.1.5. Induktív ellenállás számítása 1.1.6. Ohmos ellenállás számítása 1.1.7. Fázisszög számítása 1.1.8. Vektorábra szerkesztés	
1.2.	Ohmos és kapacitív ellenállások soros kapcsolásának mérése.	1.2.1. Tápfeszültség mérése 1.2.2. Kapacitív feszültség mérése 1.2.3. Ellenállás feszültségének mérése 1.2.4. Áramerősség mérése, impedancia számítása 1.2.5. Kapacitív ellenállás számítása 1.2.6. Ohmos ellenállás számítása 1.2.7. Fázisszög számítása 1.2.8. Vektorábra szerkesztés	



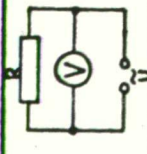
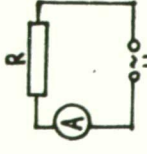

TEMATIKUS EGYSÉG TÉMÁI ÉS RÉSZTÉMÁI

TÉMÁK ALTÉMÁK	RÉSZTÉMÁK REPREZENTÁCIÓK
1.3. Ohmos kapacitív és induktív ellenállások soros kapcsolásának mérése.	<p>1.3.1. Tápfeszültség mérése</p> <p>1.3.2. Ohmos feszültség mérése</p> <p>1.3.3. Induktív feszültség mérése</p> <p>1.3.4. Kapacitív feszültség mérése</p> <p>1.3.5. Áramerősség mérése, impedancia számítása</p> <p>1.3.6. Kapacitív ellenállás számítása</p> <p>1.3.7. Induktív ellenállás számítása</p> <p>1.3.8. Ohmos ellenállás számítása</p> <p>1.3.9. Impedancia és frekvencia ábrázolása derékszögű koordináta rendszerben</p> <p>1.3.10. Rezonancia meghatározása méréssel</p>
2. Összetett áramkörök mérése párhuzamos kapcsolású váltakozó áramú körben.	
2.1. Ohmos és induktív ellenállások párhuzamos kapcsolásának mérése.	<p>2.1.1. Főágban folyó áram mérése</p> <p>2.1.2. Ohmos ágba folyó áram mérése</p> <p>2.1.3. Induktív ágba folyó áram mérése</p> <p>2.1.4. Tápfeszültség mérése</p> <p>2.1.5. Impedancia számítása</p> <p>2.1.6. Admittancia számítása</p> <p>2.1.7. Vektorábra szerkesztése</p>

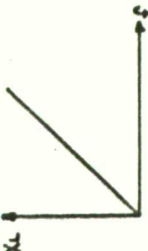

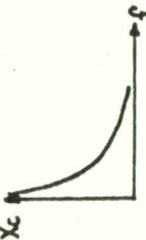

TEMATIKUS EGYSÉG TÉMÁI ÉS RÉSZTÉMÁI

TÉMÁK ALTÉMÁK	RÉSZTÉMÁK REPREZENTÁCIÓK
2.2. Ohmos és kapacitív ellenállások párhuzamos kapcsolásának mérése.	2.2.1. Főágban folyó áram mérése 2.2.2. Ohmos ágba folyó áram mérése 2.2.3. Kapacitív ágba folyó áram mérése 2.2.4. Tápfeszültség mérése 2.2.5. Impedancia számítása 2.2.6. Admittancia számítása 2.2.7. Vektorábra szerkesztése


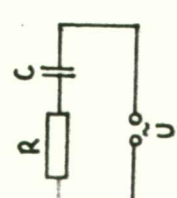
## F O G A L M A K, T Ő R V É N Y E K


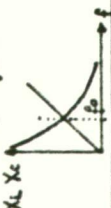
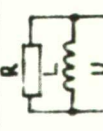
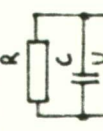
Megnevezés	Képlet	Definició	Előfeltételek	Célok
Feszültségmérés		A voltmérőt a fogyasztóval párhuzamosan kell bekötni.	A feszültségmérőn található jelölések ismerete. A feszültségmérő beépítése, áramkörbe kapcsolásának ismerete. Előfeltétel ellenállás fogalma.	Feszültségmérő áramkörbe kapcsolása, mért értékek meghatározása.
Árammérés		Az ampermérőt a fogyasztóval sorba kell kötni.	Az ampermérőn található jelölések ismerete. Az ampermérő felépítése, áramkörbe kapcsolásának ismerete. Sőt ellenállás fogalma.	Ampermérő áramkörbe kapcsolása, a mért értékek meghatározása.
Frekvencia	$f = \frac{1}{T} \quad / \quad \text{Hz} \quad /$	A periódikus jelenségek időegység alatt ismétlődéseinek száma, azaz az periódusszám.	A frekvencia számítás útján történő meghatározása, jelölése, mértékegysége. Összefüggése a periódusszámmal.	Frekvencia mérésének ismerete, a digitális frekvenciamérő eredményeinek meghatározása.
Periódusszám	$T = \frac{1}{f} \quad / \quad \text{s} \quad /$	Egy váltóáramú periódus lejátszódásának időtartama.	A periódusszám számítás útján történő meghatározása, jelölése, mértékegysége, összefüggése a frekvenciával.	Periódusszám számítás útján történő meghatározása, a váltakozó feszültség állítása és a frekvencia összerűgésében.
Körfrekvencia	$\omega = 2\pi \cdot f \quad / \quad \frac{1}{\text{s}} \quad /$	A körfrekvencia számszámát az 1 s alatt elért szögértékeket adja meg úgy, hogy $2\pi = 360^\circ$ -nak felel meg.	Körfrekvencia számítás útján történő meghatározása, jelölése, összefüggése a frekvenciával.	Mért frekvencia értékből a körfrekvencia kiszámításának ismerete.
Ohmos ellenállás	$R \quad / \quad \Omega \quad /$ 	Az ohmos ellenállás vagy rezisztencia olyan impedancia, amelyet kizárólag fogyasztó kölcsönhatás hoz létre.	Ohmos ellenállás váltakozó áramkörbe kapcsolása, számítás útján történő meghatározása, vektoriális ábrázolása, rajza. Frekvencia, áram és feszültség összefüggése, mértékegysége.	Ohmos ellenállás váltakozó feszültségre kapcsolásának mérési összerűgítése. Feszültség és áram mérése és értékeinek meghatározása. Vektoriális értékeléssel és léptékhelyes ábrázolás. Ellenállás ipari jelölésének ismerete.



Megnevezés	Képlet	Leírás	Előfeltételek	Célok
Induktív ellenállás	$X_L = \omega \cdot L \quad / \Omega /$ 	Induktív reaktancia olyan impedancia, melyet kizárólag olyan kölcsönhatás hoz létre, mely nem jár energia fogyasztással.	Induktív reaktancia számítás útján történő meghatározása. Vektoriális helyzet ábrázolása. Frekvencia függése, áramköri rajzjеле, mértékegysége. Feszültség és áram viszonyai, fázishelyzete, fázisszögének meghatározása.	Váltakozó feszültségre kapcsolt inaktív reaktancia esetén a feszültség és áramerősség mérése, értékeinek meghatározása, lépték helyes ábrázolása. Villamos berendezések induktív ellenállásának értékei és jelöléseik.
Induktivitás	$L = \frac{X_L}{\omega} \quad / H /$ 	Ideális tekercs induktivitása azt a kapcsolatot adja meg, amely a váltakozó áramnak és saját mágneses erőterének kölcsönhatása során lép fel.	Induktivitás váltakozó áramkörbe kapcsolásának ismerete, értékek számítás útján történő meghatározása, rajzjеле, mértékegysége.	Induktivitás váltakozó feszültségre kapcsolásának mérési összekapcsolása, vizslat-rajza. Villamos berendezések induktivitásának mérése, értékeinek meghatározása.
Kapacitív ellenállás	$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} \quad / \Omega /$ 	A kapacitív reaktancia olyan impedancia, melyet kizárólag olyan kölcsönhatás hoz létre, mely nem jár energia fogyasztással.	Kapacitív reaktancia számítás útján történő meghatározása. Vektoriális helyzet ábrázolása, frekvencia függése, áramköri rajzjеле, mértékegysége. Feszültség és áram viszonyai, fázishelyzete, fázisszögének meghatározása.	Váltakozó feszültségre kapcsolt kapacitív reaktancia esetén az áram és feszültség mérése, értékeinek meghatározása, lépték helyes ábrázolása. Kapacitív ellenállás hálózati alkalmazása.
Kapacitás	$C = \frac{1}{\omega \cdot X_C} \quad / F /$ 	A kapacitás azt a kapcsolatot adja meg, amely a vezetékben folyó áram és a kondenzátorban kialakuló villamos erőter kölcsönhatása során lép fel.	Kapacitás váltakozó feszültségre kapcsolása és értékek számítás útján történő meghatározása, áramköri rajzjеле, mértékegysége, felépítése.	Kapacitás váltakozó feszültségre kapcsolásának mérési összekapcsolása, feszültség és áramerősség mérése. Kondenzátorok ipari jelölésének értelmezése, mérési vizslat-rajza.
Teljesítmény tényező	$\cos \varphi = \frac{R}{Z}$	A teljesítménytényező az energiateljesítmény és a látszó teljesítmény hányadosa.	A teljesítménytényező értékek számítás útján történő meghatározása, jelölése és összefüggése az ellenállással.	Teljesítménytényező mérési áramkörbe kapcsolása. Villamos gépekbe a mérési beállítások kapcsolt vizslatmérése.



Megnevezés	Képlet	Definició	Előfeltételek	Célok
Ellenállás és induktívitás soros kapcsolása	 $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} \quad / \Omega /$ $I = \frac{U}{Z} \quad / A /$ $\cos \varphi = \frac{R}{Z}$	Az áramkör valamely szakaszának áramkorlátozó hatását az illető szakasz impedanciájának nevezzük. Soros $R - L$ kapcsolás esetén a határfrekvenciánál kisebb frekvencián „R” nagyobb frekvencián „L” jellegű.	Ohmos és induktív ellenállás soros kapcsolásának kialakítása, váltakozó áramkörbe kapcsolása. Erődő ellenállás és $\cos \varphi$ értékének meghatározása számításal. Feszültségviszonyok számítás útján történő meghatározása. Rajzjelek és mértékegységek ismerete, vektorális ábrázolás ismerete.	Váltakozó feszültségre kapcsolt ellenállás és induktívitás soros kapcsolásának, feszültség és áramerősségének mérése, a mért értékek kiértékelése és léptékbeli ábrázolása. A mért adatokból az impedancia, az eredő feszültség mérése és számítás útján történő meghatározása, valamint $\cos \varphi$ értékének kiértékelése.
Ellenállás és kapacitívitás soros kapcsolása	 $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} \quad / \Omega /$ $I = \frac{U}{Z} \quad / A /$ $\cos \varphi = \frac{R}{Z}$	Az áramkör valamely szakaszának áramkorlátozó hatását az illető szakasz impedanciájának nevezzük. Soros $L - C$ kapcsolás esetén a határfrekvenciánál kisebb frekvencián „C”, nagyobb frekvencián „R” jellegű.	Ohmos és kapacitív ellenállás soros kapcsolásának kialakítása, váltakozó áramkörbe kapcsolása. Erődő ellenállás és $\cos \varphi$ értékének számítás útján történő meghatározása. Rajzjelek és mértékegységek ismerete, valamint a vektorális ábrázolás ismerete.	Váltakozó feszültségre kapcsolt ellenállás és kapacitás soros kapcsolásának, feszültség és áramerősségének mérése, a mért értékek kiértékelése és léptékbeli ábrázolása. A mért adatokból az impedancia, az eredő feszültség mérése és számítás útján történő meghatározása, valamint $\cos \varphi$ értékének kiértékelése.

Megnevezés	Képlet	Definíció	Előfeltételek	Célok
Ellenállás, induktivitás és kapacitás soros kapcsolása, rezonancia frekvencia	 $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} / \Omega$ $I = \frac{U}{Z} / A$ $f_0 = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} / Hz$ 	Azt a frekvenciát, amelynél egy kétpólusú hálózathoz tartozó induktív és kapacitív ellenállások eredő hatása nulla, rezonancia frekvenciának nevezzük. A soros RLC kapcsolás ellenállása ezen a frekvencián a legkisebb.	Soros kapcsolás kialakítása, váltakozó áramkörbe kapcsolása. Kérdő ellenállás és feszültség értékének meghatározása. Rezonancia frekvencia számítás útján történő meghatározása. Vektordiagrama lépték helyes ábrázolása. Rajzjelek ismerete.	Váltakozó feszültségre kapcsolt soros rezonancia frekvencia és áramerősségének mérése. Rezonancia frekvencia meghatározása mérésrel, és a méréshez szükséges berendezések gyakorlati alkalmazásával alátámasztott A mért adatokból számításokkal alátámasztott törvényszerűségek ismerete.
Ellenállás és induktivitás párhuzamos kapcsolása	 $Y = \frac{1}{R} + \frac{1}{X_L} / S$ $Y = \frac{1}{Z} \quad Z = \frac{1}{Y} / \Omega$ $Y = \sqrt{G^2 + B_L^2} / S$	Az admittancia az impedancia reciproka értéke, melynek valós része a konduktancia és képzetes része a szuszceptancia, vagy induktív vezetőképesség. Abszolút értékét látványos vezetőségnek nevezzük.	Ohmos és induktív ellenállás párhuzamos kapcsolásának kialakítása, váltakozó áramkörbe kapcsolása. A vezetési értékek meghatározása számításokkal. Áramviszonyok meghatározása és lépték helyes ábrázolása. Kirchoff csomóponti törvényének vektoriális alkalmazása a váltakozó áramkörben. Rajzjelek és mértékegységek ismerete.	Váltakozó feszültségre kapcsolt ellenállás és induktivitás párhuzamos kapcsolása esetén az áramerősség mérése, a mérési értékek meghatározása és lépték helyes ábrázolása. Kirchoff csomóponti törvényének vektoriális alkalmazása a váltakozó áramkörben.
Ellenállás és kapacitás párhuzamos kapcsolása	 $Y = \frac{1}{R} + \frac{1}{X_C} / S$ $Y = \frac{1}{Z} \quad Z = \frac{1}{Y} / \Omega$ $Y = \sqrt{G^2 + B_C^2} / S$	Az admittancia az impedancia reciproka értéke, melynek valós része a konduktancia vagy ohmos vezetőképesség és képzetes része a szuszceptancia vagy kapacitív vezetőképesség. Abszolút értékét látványos vezetőségnek nevezzük.	Ohmos és kapacitív ellenállás párhuzamos kapcsolásának kialakítása, váltakozó áramkörbe kapcsolása. A vezetési értékek meghatározása számításokkal. Áramviszonyok meghatározása és lépték helyes ábrázolása. Kirchoff csomóponti törvényének vektoriális alkalmazása a váltakozó áramkörben. Rajzjelek és mértékegységek ismerete.	Váltakozó feszültségre kapcsolt ellenállás és kapacitás párhuzamos kapcsolása esetén az áramerősség mérése, a mérési értékek meghatározása és lépték helyes ábrázolása. Kirchoff csomóponti törvényének vektoriális alkalmazása a váltakozó áramkörben.

Utmutatás a váltakozó áramú mérések összetett  
áramkörökben megtanítási programcsomagjában  
szereplő feldolgozási blokkok tanításával  
kapcsolatban

A megtanítási órák részletes tevékenységi rendszere a feldolgozási blokkokban van megszervezve. A tanítási órákon ezen blokkok útmutatást adnak az anyag feldolgozásával kapcsolatban a pedagógusnak. A blokkok nem csak a konkrét megtanítási feladatokat tartalmazzák, hanem a tanár és a tanuló tevékenységét is, és a felhasználható oktatási segédeszközöket, valamint a téma feldolgozása során kialakult munkaformákat is közli. Megjegyzem, hogy ez a rendszer csak segítség a pedagógusnak és tanulónak, hiszen kialakulhatnak olyan különböző szituációk és előre nem látható helyzetek, melyek arra kényszeríthetik a pedagógust, hogy ettől eltérő módon valósítsa meg a tanterv által kitűzött, célnak megfelelő feladatát. A villamos műszerek és mérések tanítási óráin a feladatoknak megfelelően lehetnek frontális, mikrocsoportos és egyéni munkák. A frontális munkának a jelentősége abban áll, hogy az információs anyagok /rajzok, ábrák, áramkörök/ megbeszélése hatékonyabb tanári magyarázattal, mint önálló munkaként vagy esetleges házi feladatként. Témazáró és témanyitó feladatoknál a rászorulóknak részére az elő és utókompen-



zálást a frontális osztálymunka előzi meg.

Egyes blokkok feldolgozása során a mérések törvényszerűségeinek magyarázatainál, valamint a tápegységek ismertetésénél és a mérés folyamán feltárt törvényszerűségek közös megállapításánál a tanár irányítása melletti frontális osztálymunka hasznosnak tűnt.

A mérési eljárások, áramkörök összeállítása, műszerek bekapcsolása és ellenőrzése a mikrocsoportos munkaformákat követelik meg, mivel arra anyagi lehetőség nincs, hogy minden tanulónak teljes felszereltségű, műszerekkel ellátott mérőhelye legyen. Az adott mérési feladatok ilyen szervezéssel is jól megoldhatók. Az összetett áramkörök méréseinek végrehajtásánál az előző tematikus egységek feldolgozása során kialakult három fős, szociális kapcsolatokra épülő mikrocsoportos rendszert tartottam jónak. A feladatok megoldása során a jobb tanulók sok esetben tutorként a többieket segítették. Mikrocsoportban végzett munka volt az adott kapcsolások összeállítása, mérések előkészítése, a mérések végrehajtása és a mérési áramkörök szétszedése. Ezen tevékenységek a csoportokon belül a tanulók között felváltva történtek.

A mérések végrehajtását és kiértékelését, valamint a mért eredmények alapján a mérési feladatlapok kitöltését és különböző számítások elvégzését minden tanuló saját maga végezte el. Ugyanigy egyéni munkaformát kö-



vetel a kompenzációs és elmélyítő feladatok megoldása is. A mérések folyamán feltárt hibák kijavítását a tanár végzi egyénenként vagy mikrocsoportonként egyaránt. A feldolgozási blokkok az adott téma feldolgozása során azokat az információs anyagokat és eszközöket is tartalmaznak, melyek nélkülözhetetlenek a frontális és egyéni vagy mikrocsoportos munka során. Ezek az anyagok a feladatbank mérési, kompenzációs, témanyitó és témazáró feladatai. Ide sorolható a soros és párhuzamos áramkörök kapcsolási rajzainak és a rezonancia jelenségeinek írásvetítő transzparencsei. Ide tartoznak a mérőműszerek diavetítő ábrái, különböző műszerkönyvek és mérőpanelek. Ezek az anyagok megfelelő jelölésekkel vannak ellátva és egyes résztémák feldolgozása során ezekre támaszkodva lehet a tanítást, tanulást megszervezni végrehajtani. A dia és írásvetítő anyagokat a mérőteremben elhelyezett és felszerelt audiovizuális eszközökkel a tanár az osztály számára kivetítheti. Ezen anyagok főként frontális osztálymunka, valamint különböző kompenzációs eljárások folyamán használhatók fel, megfelelő tanári magyarázatokkal kiegészítve. A tanítási órák hatékonyságát a tanár és a tanulók tevékenységét megkönnyíti, a mérési órák idő és tevékenység vizsgálatának ábra rendszere.

Utmutató a tematikus egység  
megtanítási blokkjainak feldolgozásához

A tematikus egyeségek feldolgozásának sorrendjei a témányító felmérés blokkjával kezdődik, mely "T" blokknak felel meg.

Ezzel a felméréssel tisztázzuk azt, hogy a váltakozó áramú mérések összetett áramkörökben tematikus egység struktúrájának megfelelő fogalmi és tevékenységi rendszerének elsajátításához szükséges előfeltétel ismeretekkel milyen mértékben vannak tisztában a tanulók. Ahhoz, hogy a soros és párhuzamos kapcsolások áramköri összeállításához és a mérési tevékenység elsajátításához hozzákezd-hessenek a tanulók, megfelelő elektrotechnikai ismeretekkel, műszerek kezelési ismereteivel és feszültség-áram mérésének ismereteivel kell rendelkezniük.

A felmérés a feladatbank kijelölt mérési feladatlapja alapján történik, mely a mérés kapcsolási vázlatát, a mérés utasításrendszerét, valamint az elsajátítandó anyaghoz kapcsolódó elektrotechnikai fogalmakat, számításokat tartalmaz. Az elvégzett mérések ellenőrzése és értékelése a javítókulcsban előirt pontszámmal értékelhetők. A mérési feladat elvégzésére 8 perc áll rendelkezésre, amely idő leteltével az elméleti kérdésekre válaszoló tanulókkal cserélnek. Mérési hibák elkövetése esetén kompenzációs eljárásra kerül sor, azonban az ér-

tékelés ez esetben nulla pontszámú.

Az elméleti kérdésekre adott válaszok értékelését javítókulcs segítségével a tanulók végzik el, úgy hogy a feladatlapokat egymással kicserélik.

Azok a tanulók, akik a kritérium feltételeit nem teljesítették, kompenzációban részesülnek a feladatbank kompenzációs feladatainak megoldásával. A kritériumot elért vagy azon túli pontszámot teljesített tanulók elmélyítő feladatokat oldanak meg a feladatbankból, a tanári utasítások alapján. Az eljárások után újabb témanyitó felmérésre kerül sor, mely feladatlap ugyanúgy reprezentálja azokat az előfeltétel ismereteket, melyek a tematikus egységek feldolgozásához szükségesek, mint az előző feladatlap.

A témazáró felmérés módszere a témanyitó felméréssel azonos eljárást követ, azonban a reprezentatív feladatlapok a tematikus egységek feldolgozása során elsajátított és a célismeretekben megfogalmazott mérési és elektrotechnikai tudáselemeket és gyakorlati tevékenységeket tükröznék.

A témanyitó felmérések, kompenzálások és elmélyítő foglalkozások után a tematikus egységek feldolgozása következik, melynek blokkjai az ABC sorrendjét követve egy-egy mérési foglalkozásra vonatkoznak és a mérési órák idő és tevékenységvizsgálatában rögzítettek. Az adott foglalkozási blokkok részletesen tartalmazzák a megta-

nitási feladatokat és tartalmakat, különböző munkaformákat a tanár tevékenységének utasításait, a tanulók tevékenységét az adott feladatok megoldása során, valamint azokat az oktatási segédeszközöket, melyek a feladatok elvégzésének sikeréhez feltétlenül szükségesek.

Tartalmazzák még a tevékenységhez szükséges időtartamokat is. A tematikus egységek feldolgozásának sorrendje a blokkszáma alapján egyben a feldolgozás ütemterve is, melyet az anyag struktúrájának fogalmi rendszere határoz meg.

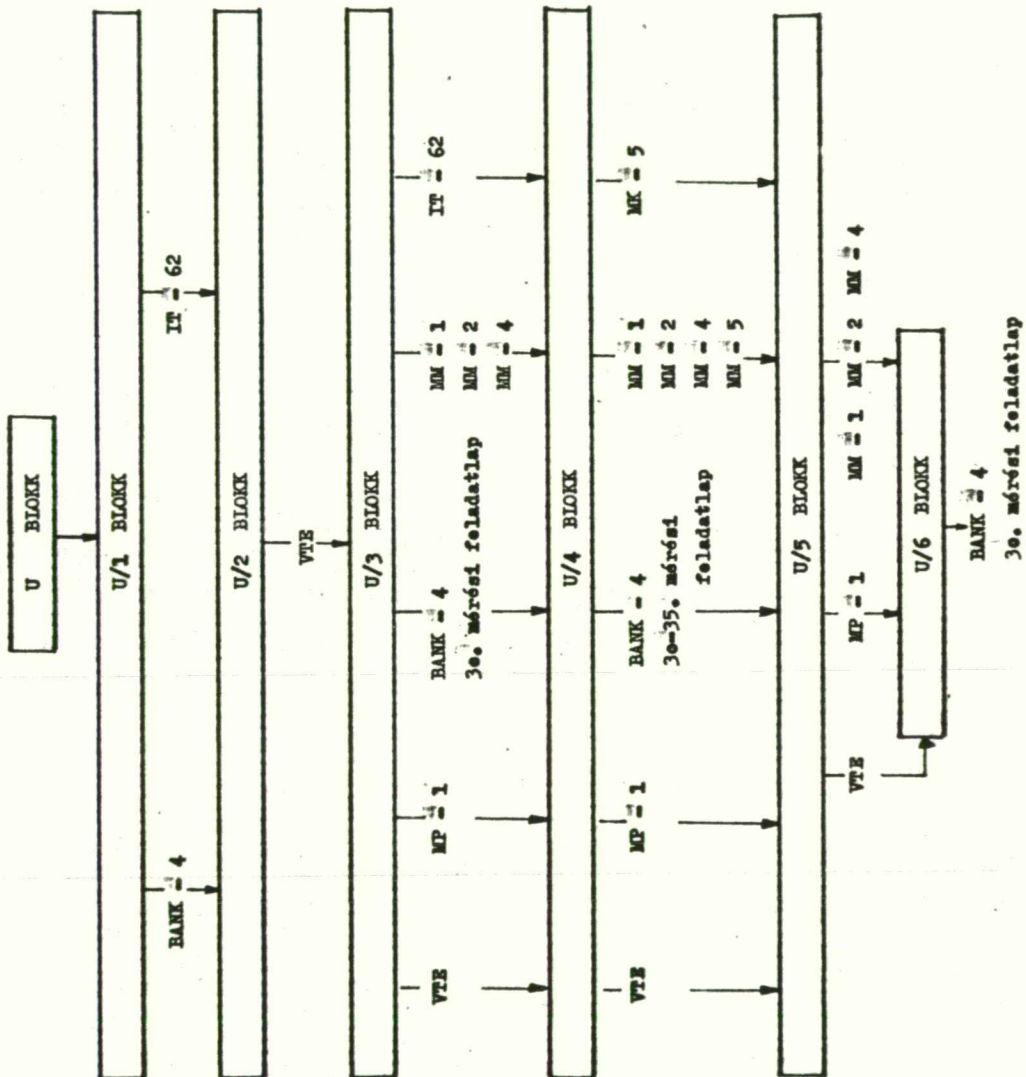




Magtartalék feladatok	Tartalmak	Munkafarmak	Tanári tevékenység	Tanulói tevékenység	Használt oktatási segédanyagok	Idő
Változó fessélességre kap- asolt készített áramkörök törvényességével. Támasztó feladatok. 2/1	Támasztó fel- adatlap megírása. A	Egyéni munka.	Működésük, készületek, működésük, működésük, feladatlapok kidolgozása. Működési kapcsolások ellen- őrzése, komponenzálása, ére- téselése. A támasztó feladatlap javításának irányítása. Kétféleképpen: Max. pontszám: 36 pont Megfelelt: 28 ponttól Nem felelt meg: 27 pontig	Működési kapcsolások összerakítása, kiszámítása, a mért adatok rögzítése, a kijelölt számítá- sok elvégzése. A támasztó fel- adatlap kitöltése és javítása.	BANK - 4 27-A 380; 382; 383; 385; 386; 388; 389; 393; 394; 397; 398; 399; 400; 401; VTE KM - 1; KM - 2; KM - 4; MP - 1	35 perc
Változó fessélességre kap- asolt készített áramkörök törvényességével. Komponenzálása. 2/2	Komponenzálás mű- ködésének meg- írása.	Egyéni munka vagy tanári előadás az osztály számára.	Hagyaték a kijelölt kom- ponenzálás feladatok megoldás- módjairól. Dia és írásve- stítők ábrák leírása. A munka szervezése és í- rányítása.	Tanulói öntevékenység, akti- vítás. A komponenzáló feladatok megoldása.	BANK - 4 290; 395; IT 62 - 69 DA 22 - 25	20 perc
Változó fessélességre kap- asolt készített áramkörök törvényességével. Kijelölt feladatok. 2/3	Kijelölt felad- atok. Kijelölt egyke- rés.	Mikrocomputerek, osztály.	Tanári irányítás, az el- adott feladatok megoldásá- ra.	Tanulói öntevékenység. KM - 1, KM - 2, KM - 4 ta - munkafarmok. Mikrocomputerek munka. KM - 1, KM - 2, KM - 4 mér- tési tanulmányozása. KM műszerkészletek tanulmányozá- sa.	VTE MP - 1 KM - 1; KM - 2; KM - 4; KM - 1; KM - 2; KM - 4; 28. mérési feladatlap: 402; 403; 404; 405; 406;	55 perc

Megtanult feladatok	Tartalmak	Munkaformák	Tanári tevékenység	Tanulói tevékenység	Felhasznált oktatási segédanyagok	Idő
Változó feszültségre kapcsolott összekötött áramkörök törésvíznyomásgépi vizsgálata. Témayitő feladat. 2/4	Témayitő feladatlap megírása. 3	Egyéni munka.	Mérőműszerek, készségek, mérőeszközök, mérőeszközök, mérőeszközök, feladatlapok kiadása, a mérési kapcsolások ellenőrzése, komponenselés, értékelés. A munka általános ellenőrzése. A témayitő feladatlap javításának irányítása. Értékelés: Max. pontszám: 36 pont Megfelelt: 28 ponttól Nem felelt meg: 27 pontig	Mérési kapcsolás összeállítása, kiértékelése, a mért adatok rögzítése, a kijelölt adatok elvégzése, a témayitő feladatlap kitöltése és javítása.	BANK - 4 KP - 3 407; 408; 409; 392; 387; 381; 384; 378; 379; 392; 396; 410; VIZ KP - 1 KP - 2	25 perc
Változó feszültségre kapcsolott összekötött áramkörök törésvíznyomásgépi vizsgálata. Értékelés. 2/5	Szükség szerint komponenselés.	Egyéni munka vagy tanári előadás az osztály számára.	Egyes tanulónál jelentkező tudásbeli hiányosságok kiküszöbölése.	A tanári magyarázatra koncentráció és a szükséges feladatok megoldása.	DA 22 - 25 IT 62 - 69	15 perc

AZ "U" BLOKK FELDOLGOZÁSI STRATÉGIÁJA

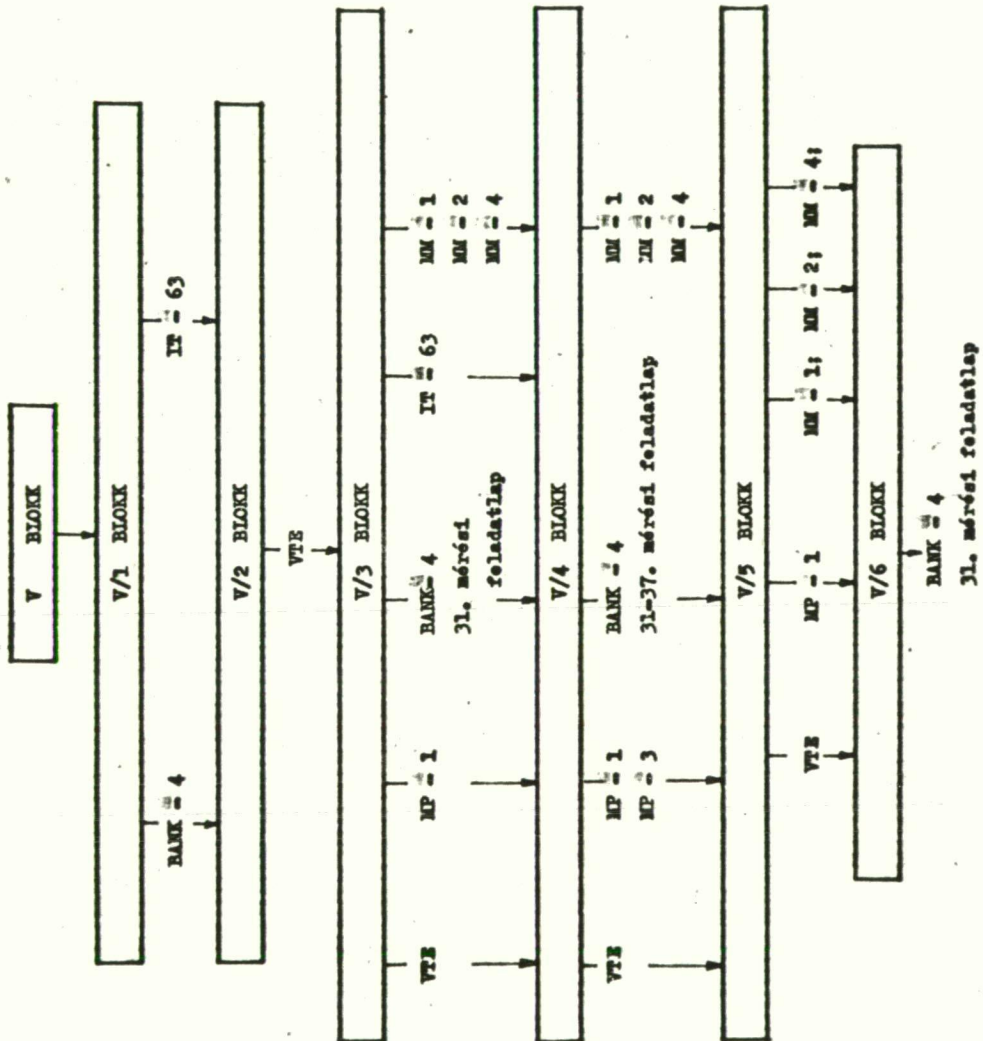




Megtanult feladatok	Tartalmak	Munkaformák	Tanári tevékenység	Tanulói tevékenység	Használt oktatási segédeszközök	Idő
Váltakozó feszültségre kapcsolt ellenállás és induktív ellenállás soros kapcsolásának vizsgálata. A mérés törvényszerűségei. U/1	Ohmos és induktív ellenállás soros kapcsolásának vizsgálata. A mérés bevezetése. Általános kompenzáció.	Egyéni munka vagy tanári előadás az osztály számára.	Sorba kapcsolt ohmos és induktív ellenállások törvényszerűségeinek ismeretese. A feladatbank 394. feladatának megoldásának megbeszélése.	Tanulói öntevékenység. Az iránvettítő ábra által kivettített törvényszerűségeket, összefüggéseket megfigyelése. A feladatbank 394. feladatának megoldása.	BANK = 4 396; 397 = b; 394; 395 = a; 494; IT = 62	15 perc
Váltakozó áramú tápegység használata. U/2	Hálózati tápegység ismertetése.	Tanári előadás az osztály számára.	A tápegység bemutatása, üzembehelyezésének, osztályozási módjainak ismeretese.	Tanulói öntevékenység. Hálózati tápegység osztályozási módjainak megfigyelése és elszámítása.	VTE	5 perc
Váltakozó feszültségre kapcsolt ellenállás és induktív soros kapcsolásának mérési előkészítése. U/3	Mérés előkészítése, kapcsolási vázlat ismertetése.	Egyéni munka. Mikroseportos tanári előadás az osztály számára.	A váltakozó feszültségre kapcsolt ellenállás és induktív soros kapcsolásának ismertetése. Feladatok kijelölése. Mérőműszerek, panelek, nirok kiosztása.	Mikroseportok megalakítása. Mérési feladatlapok kikeresése. Mérőműszerek, panelek, nirok felvétele és ellenőrzése.	BANK = 4; 30. mérési feladatlap 411; 412; 413; 414; 415; 416; IT = 62 VTE MK = 1; MK = 2; MK = 4; MP = 1	15 perc
Váltakozó feszültségre kapcsolt ellenállás és induktív soros kapcsolásának mérése. U/4	Mérési eljárás.	Egyéni munka. Mikroseportos tevékenység.	Mérés irányítása, segítése és ellenőrzése. A mérés folyamán kompenzáció végezte. A mérési feladat értékelése. Elmélyítés: A 35. mérési feladatlap kitöltése és MK = 5 és MK = 5 műszerkönyv tanulmányozása.	Mérés összeállításának, a mérési feladatlap utasításának megfogalmazása a mérés lefolytatása, a számítások elvégzése, a törvényszerűségeket megállapítása, a mérés értékelése. Adott tanulók esetében az elmélyítő feladatok elvégzése.	BANK = 4; 30. mérési feladatlap 411; 412; 413; 414; 415; 416; 35. mérési feladatlap 447; 448; 449; 450; VTE MK = 2; MK = 2; MK = 4; MK = 5; MK = 5; MP = 1;	40 perc

Nevelési feladatok	Tartalmak	Munkaformák	Tanári tevékenység	Tanulói tevékenység	Használt oktatási segédanyagok	Idő
Váltakozó feszültségre kapcsolt ellenállás és induktivitás soros kapcsolás mérésének elvégzése. U/5	Szakaszd és ellenállás mérése.	Működéses tevékenység. Egyéni munka.	A kapcsolás elvégzése, az anyagok leírás szerinti átvezetése.	A mérési kapcsolás elvégzése, a műszerek, szerszámok leírás szerinti használata.	VPE MM - 1; MM - 2; MM - 4; MP - 1;	7 perc
Váltakozó feszültségre kapcsolt ellenállás és induktivitás soros kapcsolásának mérési kiértékelése. U/6	A mérés folyamata, felmérés, törvény szerinti kiértékelés, mérési eredmények kiértékelése.	Összefoglalás.	Ismeretek rögzítése, a munka értékelése.	Törvényszerűségeket felírása, ezek megvitatása és rögzítése.	BANK - 4; 30. mérési feladatlap 411; 412; 413; 414; 415; 416	8 perc

A "V" BLOKK FELDOLGOZÁSI STRATÉGIÁJA



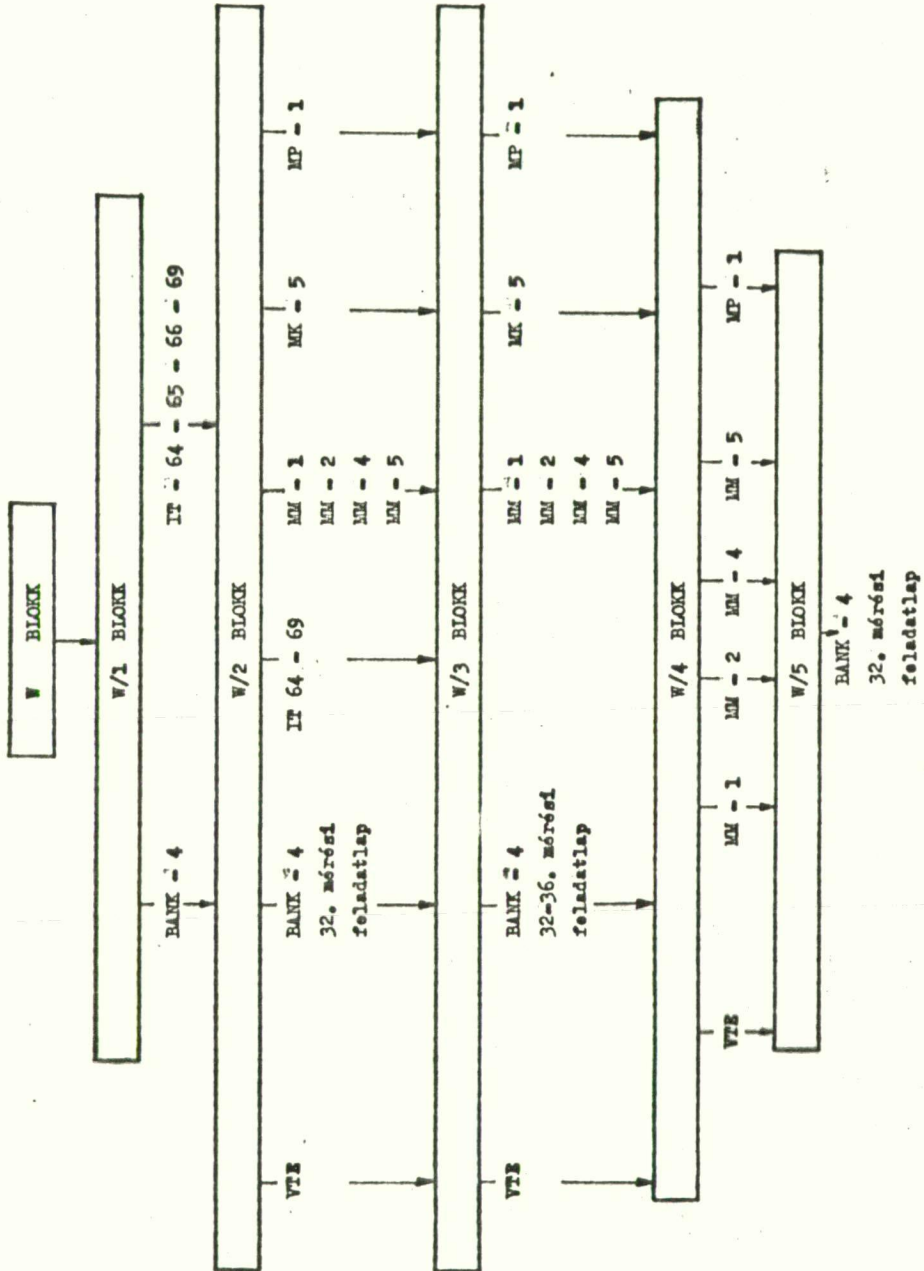






Megtanítandó feladatok	Tartalmak	Munkaformák	Tanulói tevékenység	Tanulói tevékenység	Használt oktatási segédanyagok	Idő
Váltakozó feszültségre kapcsolt ellenállás és kapacitás soros kapcsolásának mérésének szétbontása. V/5	Szakaszerű szétbontás. Váltakozó feszültségre kapcsolt ellenállás és kapacitás soros kapcsolásának mérésének szétbontása.	Régi és mikro-csoportos tevékenység.	A kapcsolás szétbontásának irányítása. Az anyagok leltár szerinti átvétele.	Mérési kapcsolás szétbontása, műszerek, ismeretek leltár szerinti leltár.	VTE MM - 1; MM - 2; MM - 4; MP - 1;	3 perc
Váltakozó feszültségre kapcsolt ellenállás és kapacitás soros kapcsolásának mérési kiértékelése. V/6	A mérés folyamán feltárt törvényszerűségek közös megállapítása, rögzítése.	Összefoglalás.	Ismeretek rögzítése, a munka értékelése.	Törvényszerűségek feltárása, ezek megvitatása és rögzítése.	BANK - 4; 31. mérési feladatlap 418; 419; 420; 421; 422; 423; 424;	7 perc

A "F" BLOKK FELDOLGOZÁSI STRATÉGIÁJA



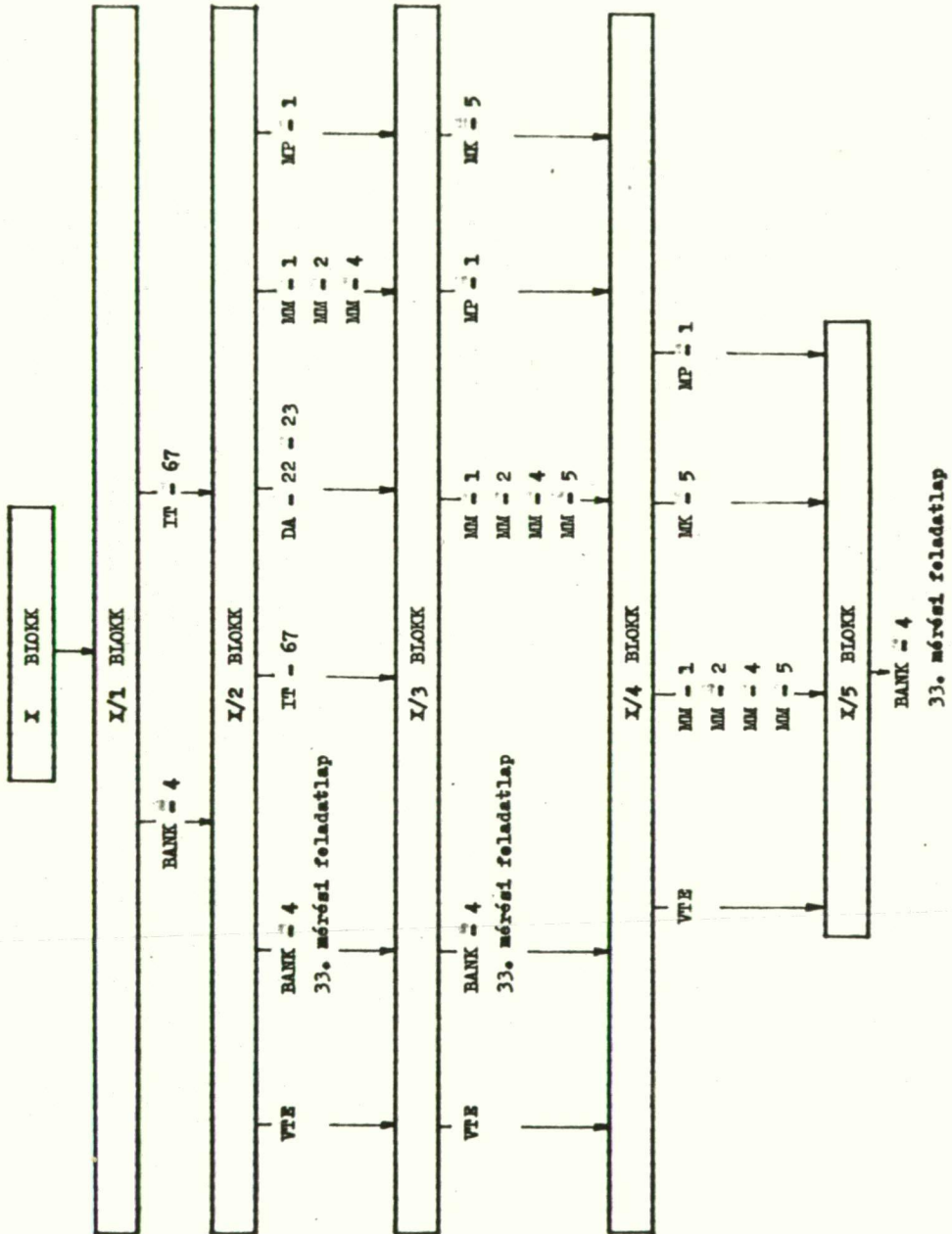
Magtánítási feladatok	Tartalmak	Munkaformák	Tanári tevékenység	Tanulói tevékenység	Használt oktatási segédanyagok	Idő
Váltakozó feszültségre kapcsolott ohmos, induktív és kapacitív ellenállások soros kapcsolásának mérése. A mérés törvényszerűségei. V/1	Ohmos, induktív és kapacitív ellenállások soros kapcsolásának változó áramú körben, A mérés helyessége. Általános kompenzáció.	Egyéni munka vagy tanári előadás az osztály számára.	Soros rezgőkör, valamint a párhuzamos rezgőkör törvényszerűségeinek ismertetése. A feladatbank feladatmegoldásainak irányítása.	As írásvetítő ábrákban közvetített törvényszerűségek és összefüggések megfigyelése. A feladatbank feladatainak megoldása.	BANK - 4; 38e; 382; 383; 389; 391 - e; 393; 395 - e; 396; 397; IT - 64 - 65 - 66 - 69	15 perc
Váltakozó feszültségre kapcsolott ohmos, induktív és kapacitív ellenállások soros kapcsolásának előkészítése. V/2	Mérési előkészítés, a kapcsolási vázlat ismertetése.	Egyéni és mikrooszcilloszkópos tevékenység. Tanári előadás az osztály számára.	396-397. feladatlapok megoldásának irányítása. A soros és párhuzamos rezgőkör ismertetése. Feladatlapok kijelölése, mérőműszerek, panelek, szikerek biztosítása.	396-397. feladatlapok közös megoldása. Mikrooszcilloszkópok megalkotása. Mérési feladatlapok kikeresése. Mérőműszerek, panelek, szikerek felvétele, ellenőrzése.	BANK - 4; 32. mérési feladatlap 425; 426; 427; 428; 429; 430 VTE IT - 64-69 MM - 1; MM - 2; MM - 4; MM - 5; MK - 5 MP - 1	15 perc
Váltakozó feszültségre kapcsolott ohmos, induktív és kapacitív ellenállások soros kapcsolásának mérése. V/3	Mérési eljárás.	Egyéni és mikrooszcilloszkópos tevékenység.	A mérés irányítása, rugalmas ellenőrzése. A mérési folyamat kompenzációjának végzése. A mérési folyamat értékelése. Elemlyítés: a 36. mérési feladatlap kitöltésének irányítása.	A mérés összehelyítése a mérési feladatlap utasításának megfelelően. A mérés lefolytatása, számítások elvégzése, törvényszerűségek megállapítása, a mérés értékelése, valamint az elemlyítő feladat megoldása.	BANK - 4; 32. mérési feladatlap 425; 426; 427; 428; 429; 430 36. mérési feladatlap 451; 452; 453; VTE MM - 1; MM - 2; MM - 4; MM - 5; MK - 5 MP - 1	45 perc



Magtánítási feladatok	Tartalmak	Munkaformák	Tandri tevékenység	Tanulói tevékenység	Használt oktatási segédanyagok	Idő
A soros rezgőmérő mérésének szétbontása. W/4	Spektrális szétbontás.	Egyéni és mikro-csoportos tevékenység.	A kapcsolás szétbontásának irányítása. Az anyagok leltár szerinti átvétel.	Mérési kapcsolás szétbontása, műszerek, szinusz leltár szerinti leadása.	VTE MM - 1; MM - 2; MM - 4; MM - 5; MP - 1	5 perc
Soros rezgőmérő kapcsolásának mérési értékelése. W/5	A mérés folyamán feltárt törvényszerűségek közös megállapítása, rögzítése.	Osztálymunka.	Ismeretek rögzítése, a munka értékelése.	Törvényszerűségek feltárása, megvitatása és rögzítése.	BANK - 4; 32. mérési feladatlap 425; 426; 427; 428; 429; 430	10 perc



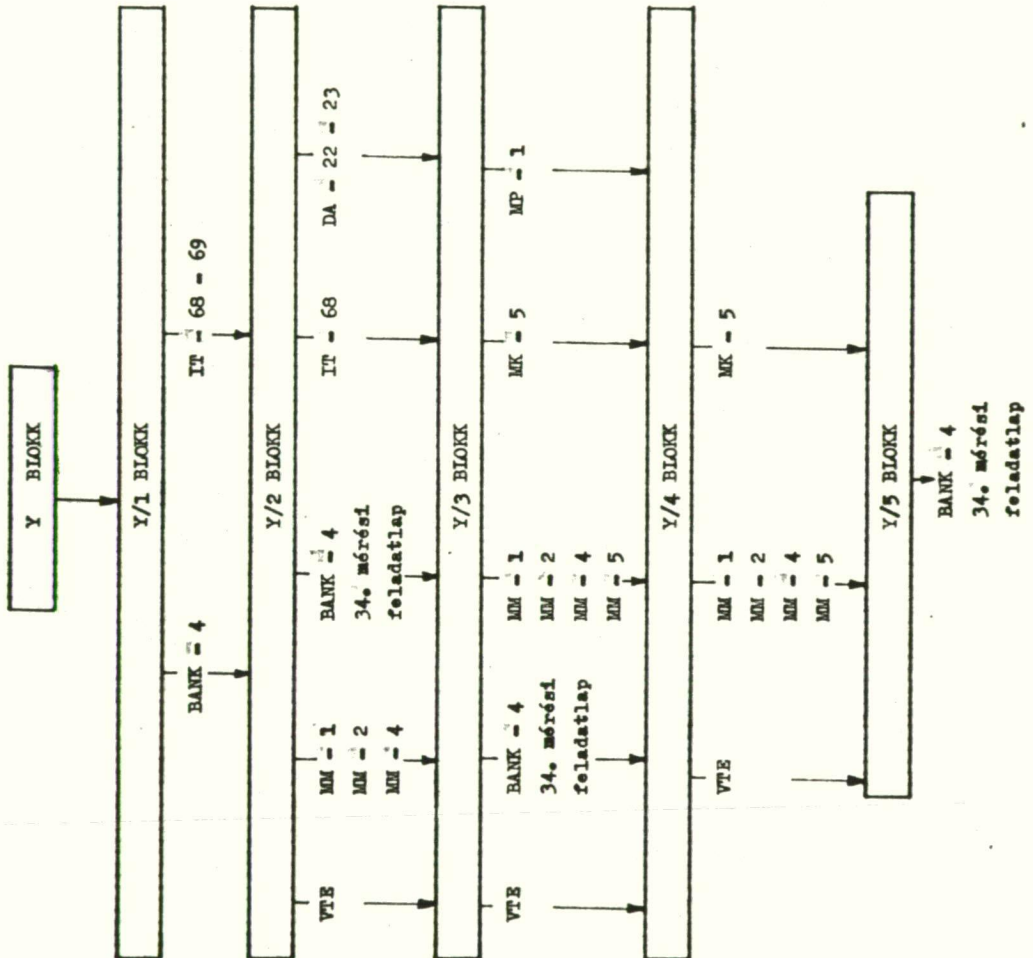
AZ "I" BLOKK FELDOLGOZÁSI STRATÉGIÁJA



Magtánítási feladatok	Tartalmak	Munkaformák	Tanári tevékenység	Tanulói tevékenység	Használt oktatási segédanyagok	Idő
Váltakozó feszültségre kapcsolt ohmos és induktív ellenállások párhuzamos kábelvezetése	Ohmos és induktív ellenállások párhuzamos kábelvezetése váltakozó áramú körben. Mérés bevezetése. Általános kompenzáció.	Egyéni munka, vagy tanári előadás az osztály számára.	Ohmos és induktív ellenállások párhuzamos kábelvezetése, törvényszerűségeinek ismeretése. Feladatbank feladatmegoldásainak irányítása.	As írásvetítő ábrákra követeltett törvényszerűségek és összefüggések megfigyelése. A feladatbank feladatainak megoldása.	BANK - 4; 381; 388; 392 - b; IT - 67	20 perc
Váltakozó feszültségre kapcsolt ohmos és induktív ellenállások párhuzamos kábelvezetése előzetes	Kábelvezetési vázlat ismerete, mérési előkészítés.	Egyéni és mikro- csoportos munka. Tanári előadás az osztály számára.	A párhuzamos kábelvezetése, feladatlapok kijelölése. Mérésvezetési panelek, szimulátorok bevezetése.	Mikrocsoportok megalkotása. Mérés feladatlapok kijelölése. Mérésvezetési panelek, szimulátorok felvétele, ellenőrzése.	BANK - 4; 33. mérési feladatlap 431; 432; 433; 434; IT - 67 DA 22- 23 MM - 1; MM - 2; MM - 4; MP - 1	5 perc
Váltakozó feszültségre kapcsolt ohmos és induktív ellenállások párhuzamos kábelvezetése	Mérési eljárás.	Egyéni és mikro- csoportos tevékenység.	A mérési irányítása, segítése, ellenőrzése. A mérési folyamat kompenzáció végzése. Mérés folyamat értékelése.	A mérési összehangolása a mérési feladatlap utasításának megfelelően. A mérési lefolytatása, számítások elvégzése, törvényszerűségek megállapítása, mérési értékelése. As elmélyítő feladatok megoldása.	BANK - 4; 33. mérési feladatlap 431; 432; 433; 434; VTE MM - 1; MM - 2; MM - 4; MM - 5; MK - 5 MP - 1	45 perc
A mérési kábelvezetési vázlat	Ismeret, kábelvezetési vázlat.	Egyéni és mikro- csoportos tevékenység.	A kábelvezetési vázlat irányítása. As kábelvezetési vázlatok leltár szerinti átvétele.	Mérési kábelvezetési vázlatok leltár szerinti leadása.	VTE MM - 1; MM - 2; MM - 4; MM - 5; MK - 5 MP - 1	5 perc

Megtanult feladatok	Tartalmak	Munkaformák	Tanári tevékenység	Tanulói tevékenység	Felhasznált oktatási segédeszközök	Létszám
<p>A váltakozó feszültségre kapcsolt elmes és induktív ellenállások párhuzamos kapcsolásának mérési értékelése.</p> <p>X/3</p>	<p>A mérés folyamán feltárt törvényszerűségek közös megállapítása, rögzítése.</p>	<p>Ostálymunka.</p>	<p>Ismeretek rögzítése, a munka értékelése.</p>	<p>Törvényszerűségek feltárása, megvitatása és rögzítése.</p>	<p>BANK - 4; 33. mérési feladatlap 431; 432; 433; 434;</p>	<p>10 perc</p>

AZ "Y" BLOKK FELDOLGOZÁSI STRATÉGIÁJA





Magtánítási feladatok	Tartalmak	Munkaformák	Tanulói tevékenység	Tanulói tevékenység	Felhasznált oktatási segédanyagok	146
Váltakozó feszültségre kapcsolt ohmos és kapacitív ellenállások párhuzamos kapcsolásának mérése. Y/1	Ohmos és kapacitív ellenállások párhuzamos kapcsolásának váltakozó áramú körben. Mérés bevezetése. Általános kompenzálód.	Egyéni munka. Tanulói előadás az osztály számára.	Ohmos és kapacitív ellenállások párhuzamos kapcsolásának törvényszerűségeinek ismertetése. A feladatbank feladatmegoldásának irányítása.	Az írásvetítő ábrán követelt törvényszerűségek és összefüggések megfigyelése. A feladatbank feladatainak megoldása.	BANK = 4; 392 = a, e 397 IT = 68 = 69	20 perc
Ohmos és kapacitív ellenállások párhuzamos kapcsolásának mérésének előkészítése. Y/2	Kapcsolási vázlat ismertetése. Mérés előkészítése.	Egyéni és mikrocsoporthoz tartozó munka. Tanulói előadás az osztály számára.	A párhuzamos kapcsolás ismertetése, feladatok kioldása. Működésének, panelek, szimulátorok felvételének, ellenőrzésének.	Mikrocsoporthoz megalkotása. Mérés feladatlapok kioldása. Működésének, panelek, szimulátorok felvételének, ellenőrzésének.	BANK = 4; 34. mérési feladatlap 437; 438; 439; 440; 441; 442; 443; 444; 445; 446; DA = 22 = 23 IT = 68 VTE MM = 1; MM = 2; MM = 4; MP = 1	10 perc
Váltakozó feszültségre kapcsolt ohmos és kapacitív ellenállások párhuzamos kapcsolásának mérése. Y/3	Mérési eljárás.	Egyéni és mikrocsoporthoz tartozó munka. Tanulói előadás az osztály számára.	A mérés irányítása, segédanyagok kioldása, ellenőrzése. A mérés feladatlap utasításainak megfigyelése. A mérés lefolytatása, számítások elvégzése, törvényszerűségek megállapítása, mérés értékelése. Az elemző feladatok megoldása.	A mérés összehelyezése a mérési feladatlap utasításainak megfigyelésével. A mérés lefolytatása, számítások elvégzése, törvényszerűségek megállapítása, mérés értékelése. Az elemző feladatok megoldása.	BANK = 4; 34. mérési feladatlap 437; 438; 439; 440; 441; 442; 443; 444; 445; 446; VTE MM = 1; MM = 2; MM = 4; MM = 5; MK = 5; MP = 1;	45 perc

Megtanult feladatok	Tartalmak	Munkaformák	Tanári tevékenység	Tanulói tevékenység	Használt oktatási segédanyagok	166
A mérési kapcsolás szétbontása. Y/4	Szakszerű szétbontás.	Egyéni és mikro-csoportos tevékenység.	A kapcsolás szétbontásának irányítása. Az anyagok lelőhelyének átvétele.	Mérési kapcsolás szétbontása, műszerek, szimulátorok leltárának felvétele.	VTE MM - 1; MM - 2; MM - 4; MM - 5; MK - 5 MP - 1	5 perc
A változó feszültségre kapcsolt ellenes és kapacitív elemek működésének vizsgálata. Y/5	A mérés folyamán felvett törvényes adatok rögzítése és megállapítása.	Csoportmunka.	Ismeretek rögzítése, a munka értékelése.	Törvényességi feladat, megismerés és rögzítés.	BANK - 4; 34. mérési feladatlap 437; 438; 439; 440; 441; 442; 443; 444; 445; 446;	10 perc

A "Z" BLOK FELDOLGOZÁSI STRATÉGIÁJA





Megtanítási feladatok	Tartalmak	Munkaformák	Tanári tevékenység	Tanulói tevékenység	Használt oktatási segédanyagok	Idő
Váltakozó feszültségre kapcsolott összekapcsolt áramkörök törvényazonosságai. Témaszerű feladat. 2/1	Témaszerű feladatlap megírása. A	Egyéni munka.	Feladatlapok, mérőműszerek, mérőösszegek kiadása. Mérési kapcsolások ellenőrzése, kompenzálása, értékelése. Témaszerű feladatlap javításának irányítása. Értékelési Max. pontszám: 37 pont Megfelelt: 29 ponttól Nem felelt meg: 28 pontig	Mérési kapcsolások összehasonlítása, kiértékelése, a mért adatok rögzítése, a kijelölt számítások elvégzése. A témaszerű feladatlap kitöltése és javítása.	BANK - 4; TP - 4 466; 467; 468; 469; 470; 471; 472 VTE MK - 1; MN - 2; MX - 4; MP - 2	35 perc
Váltakozó feszültségre kapcsolott összekapcsolt áramkörök törvényazonosságai. Utókompenzálás. 2/2	Kompenzálás szabvány szerinti.	Egyéni munka, vagy tanári előadás az osztály számára.	A munka szervezése, irányítása. Dia és a mérési kapcsolások ismertetése. Kompenzáló feladatok megoldásának irányítása.	Tanulói öntevékenység és aktivitás. Feladatbank feladatainak megoldása.	BANK - 4; 484; 485; 487; 488; 489; IT 62 - 69 DA 22 - 27	20 perc
Váltakozó feszültségre kapcsolott összekapcsolt áramkörök törvényazonosságai. Elméleti foglalkozás. 2/3	Elméleti feladatok gyakorlása.	Kiscsoportos és egyéni munka.	Elméleti foglalkozás irányítása. A 40. mérési feladatlap kitöltésének irányítása.	Tanulói öntevékenység. 40. mérési feladatlap megoldása. MK műsorkönyvek áramköreinek tanulmányozása.	BANK - 4; 40. mérési feladatlap 473; 474; 475; 476; 477; 478; 479; 480; MK - 1; MN - 2; MX - 4; MX - 5; MX - 6; MK - 1; MK - 2; MK - 4; MK - 5; MK - 6; MP - 1; MP - 2; VTE	50 perc



Megtanult feladatok	Tartalmak	Munkaformák	Tanári tevékenység	Tanulói tevékenység	Felhasznált oktatási segédanyagok	166
Váltakozó feszültségre kapcsolott összekapcsolt áramkörök törvényszerűségei. Támaszfeszültség 2/4	Támaszfeszültség lap megírása. B	Egyéni munka.	Feladatlapok, mérőműszerek, mérőeszközök kiadása. Mérési kapcsolások ellenőrzése, kompenzálása, értékelése. Támaszfeszültség lap javításának irányítása, javítása. Értékelés: Max. pontszám: 37 pont Megfelelt: 29 ponttól Nem felelt meg: 28 pontig	Mérési kapcsolások összekapcsolása, kiértékelése, a mért adatok rögzítése, a kijelölt számítások elvégzése. A támaszfeszültség lap kitöltése és javítása.	BANK - 4; TP - 3 459; 460; 461; 462; 463; 464; 465; 481; VTE MM - 1; MM - 2; MM - 4; MP - 2; 35 perc	
Váltakozó feszültségre kapcsolott összekapcsolt áramkörök törvényszerűségei. Ütközpontosság 2/5	Szükség szerint kompenzálás. Feladatbank kompenzálás feladatainak megoldása vagy tanári magyarázat.	Egyéni munka vagy tanári előadás az osztály számára.	A munka szervezése, irányítása. Dia és a mérési kapcsolások ismertetése. Egyes tanulóknál jelentősebb tudáshiányosságok kiküszöbölése, magyarázatokkal vagy feladatokkal.	Tanulói tevékenység és aktivitás. A tanári magyarázatra koncentráció. Ütközpontosság feladatok megoldása.	BANK - 4; 484 - 492. IT 62 - 69. 20 perc	

5.2. FELADATBANK - 4.

V I L L A M O S   M Ű S Z E R E K   É S   M É R É S E K

Váltakozó áramú mérések

összetett áramkörben

378. Számítsd ki a kapacitás értékét!

Adott:  $X_C = 314 \, \Omega$

$f = 50 \, \text{Hz}$

a/

b/

379. A kapacitiv ellenállás:

a/ Frekvencia függő

b/ Frekvenciával egyenes arányos

c/ Frekvenciával fordítottan arányos

d/ Nem frekvencia függő.

A helyes válaszokat karikázd be!

380. Írd fel az impedancia számításának képletét az alábbi kapcsolásnál!

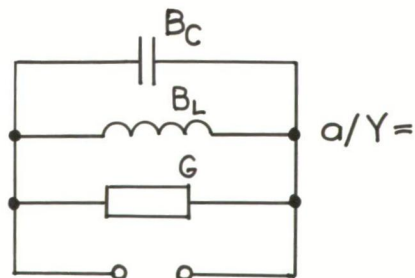


a/  $Z =$  számítása ha  $X_L > X_C$

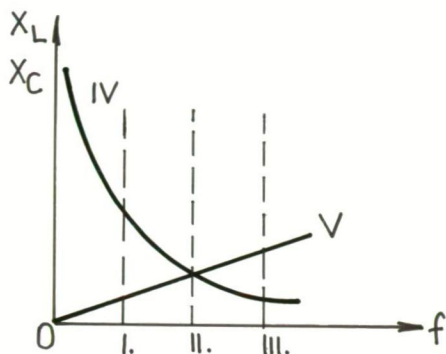
b/  $Z =$  számítása ha  $X_C > X_L$

c/  $Z =$  számítása ha  $X_L = X_C$

381. Írd fel az admittanci számításának képletét az alábbi kapcsolásban!



382. Az ábráról állapítsd meg, melyik vizsgáló vonalnál van a rezonancia jelensége. Határozd meg a kapacitív és induktív jelleggörbét és írd a b/ és c/ pont mellé!



a/

b/

c/

383. Válaszd ki és karikázd be a helyes választ!

Hogyan számítjuk ki a periódusidőt?

a/

$$T = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

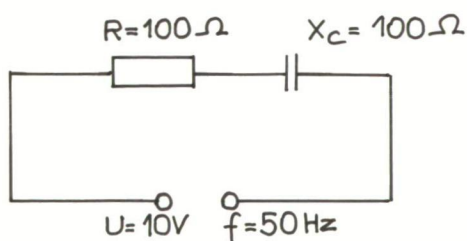
b/

$$T = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot R \cdot C}}$$

c/

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}$$

384. Határozd meg az áramkör fázisszögét!



a/  $Z =$

b/  $\cos \varphi =$

c/  $\varphi =$

385. Válaszd ki és húzd alá a helyes választ!

A kondenzátoron átfolyó áramot a következő képlettel számoljuk ki:

a/

b/

$$I = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C}$$

/ mA /

$$I = U \cdot \omega \cdot C$$

/ A /

$$I = U \cdot X_C$$

/  $\mu$  A /



386. Válaszd ki és húzd alá a helyes választ!

Ellenállás és induktivitás soros kapcsolása esetén hogyan számítjuk ki az eredő feszültséget?

a/

b/

$$U = \frac{I}{\sqrt{R^2 + R_C^2}}$$

/ mV /

$$U = \frac{I}{Z}$$

/ V /

$$U = I \cdot Z$$

/ V /

387. Válaszd ki és húzd alá a helyes választ!

Ohmos ellenállás és kapacitív ellenállás soros kapcsolása esetén, hogyan számítjuk ki az áramerősséget?

a/

b/

$$I = U \cdot \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

/  $\mu$ A /

$$I = \frac{U}{Z}$$

/ A /

$$I = U \cdot Z$$

/ A /

388. Válaszd ki és húzd alá a helyes választ!

Induktivitás és kapacitás párhuzamos kapcsolása esetén hogyan számítjuk ki az admittanciát?

a/

b/

$$Y = \sqrt{B_L^2 + B_C^2}$$

/ S /

$$Y = \frac{1}{\sqrt{B_L^2 + B_C^2}}$$

/ B /

$$Y = \sqrt{X_L^2 + X_C^2}$$

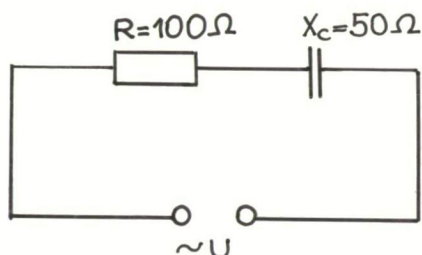
/ B /

389. Válaszd ki és húzd alá a helyes választ!

Hogyan számítjuk ki a rezonancia frekvenciát?

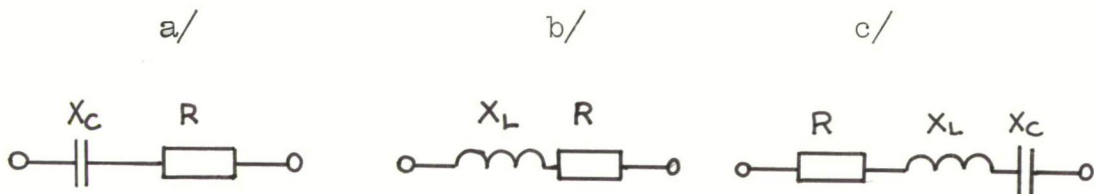
a/	b/
$f_0 = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{A \cdot C}}$	/ $\frac{1}{\text{sec}}$ /
$f_0 = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$	/ Hz /
$f_0 = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$	/ Hz /

390. Határozd meg az áramkör fázisszögét!



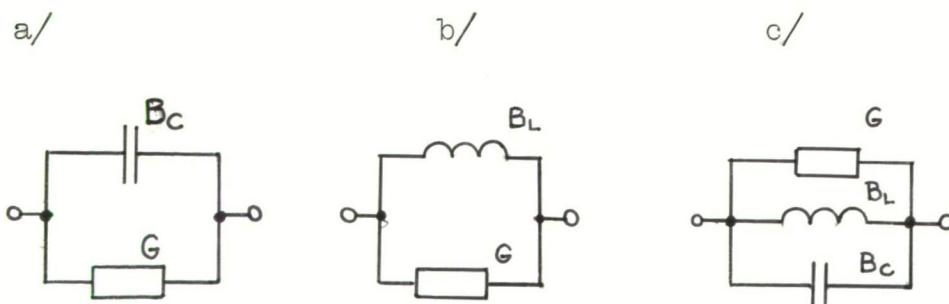
a/  $Z =$                       b/  $\cos \varphi =$                       c/  $\varphi =$

391. Írd fel az impedancia számításának képletét az alábbi kapcsolásban!



$Z =$                        $Z =$                        $Z =$

392. Írd fel az admittancia számításának képletét az alábbi kapcsolásban!



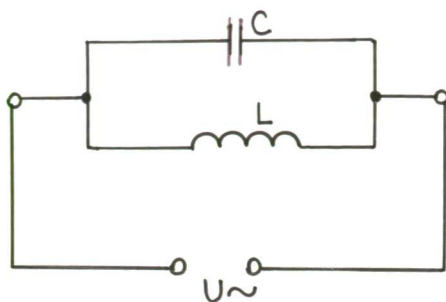
$Y =$                        $Y =$                        $Y =$

393. Határozd meg a rezonancia frekvencia értékét az alábbi kapcsolásban!

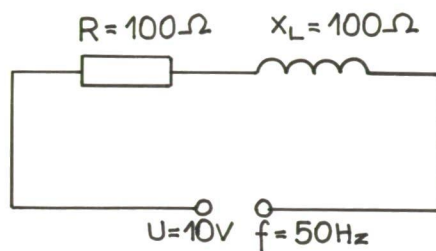
a/

$$C = 0,01 \text{ F}$$

$$L = 0,01 \text{ H}$$



394. Határozd meg az alábbi áramkör fázisszögét!



a/  $Z =$

b/  $\cos \varphi =$

c/  $\varphi =$

395. Határozd meg az eredő feszültség értékét, ha adott  $U_R$ ,  $U_L$  és  $U_C$ .

R - L soros kapcsolás esetén a/

R - C soros kapcsolás esetén b/

R-L-C soros kapcsolás esetén c/

396. Egy soros kapcsolás adatai a következők:

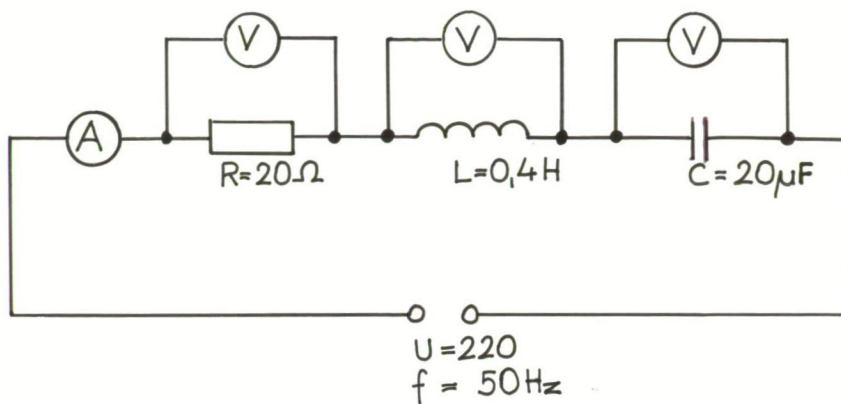
$$U = 220 \text{ V}, \quad f = 50 \text{ Hz}, \quad R = 20 \Omega, \quad L = 0,4 \text{ H},$$

$$C = 20 \mu\text{F}$$

a/ Határozd meg az impedanciát,

b/ az áramfelvételt,

- c/ az egyes ellenállásokon létrejövő feszültségeséseket,  
valamint  
d/ a rezonancia frekvencia értékét !

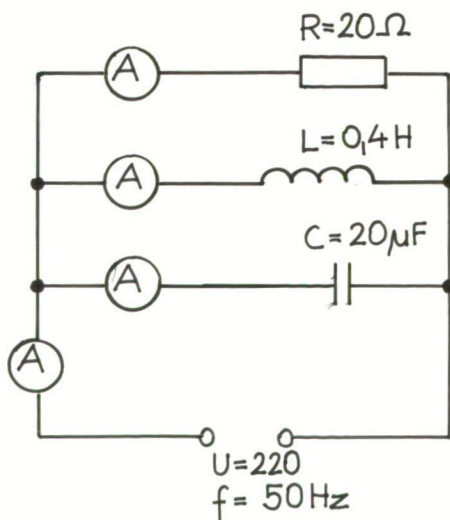


Megoldás:

397. Feladat: Egy párhuzamos kapcsolás adatai a következők:

$U = 220 \text{ V}$ ,  $f = 50 \text{ Hz}$ ,  $R = 20 \Omega$ ,  $L = 0,4 \text{ H}$ ,  
 $C = 20 \mu\text{F}$

- a/ Határozd meg az admittanciát,  
b/ a főágban folyó áramot,  
c/ az egyes ágakban folyó áramot, valamint a  
d/ rezonancia frekvencia értékét!



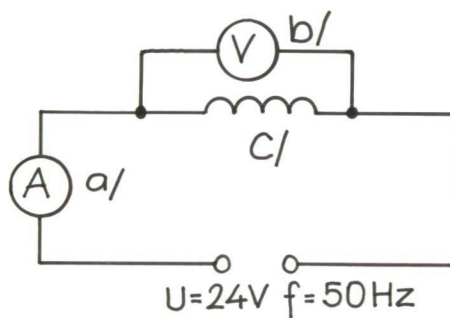


Megoldás:

27. Mérési feladatlap

Váltakozó feszültségre kapcsolt induktív ellenállás  
mérése

398. Állítsd össze az alábbi kapcsolást!



d/ A kapcsolás összeállítását jelentsd a mérést vezető tanárnak!

e/ Kapcsolj feszültségre!

399. A mérőműszerek értékét olvasd le és rögzítsd a táblázatban!

Mérőműszer	d	K	E
Feszültségmérő	a/	b/	c/
Árammérő	d/	e/	f/

400. A mért értékekből határozd meg az induktív ellenállást!

a/

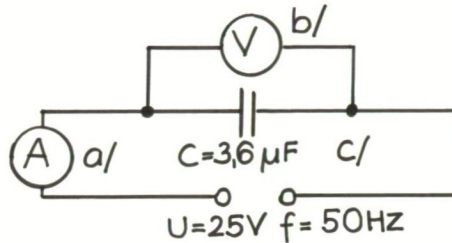
401. Ábrázold vektorosan a mérést!

a-c/

28. Mérési feladatlap

Váltakozó feszültségre kapcsolt kapacitív ellenállás  
mérése

402. Állítsd össze az alábbi kapcsolást!



d/ A kapcsolat összeállítását jelentsd a mérést vezető tanárnak!

e/ Kapcsolj feszültségre!

403. A mérőműszer értékét olvasd le és rögzítsd a táblázatban!

Mérőműszer	$\alpha$	K	E
Feszültségmérő	a/	b/	c/
Árammérő	d/	e/	f/

404. A mérés értékéből határozd meg a kapacitív ellenállás értékét!

a/

405. Számítsd ki a kapacitás értékét!

a/

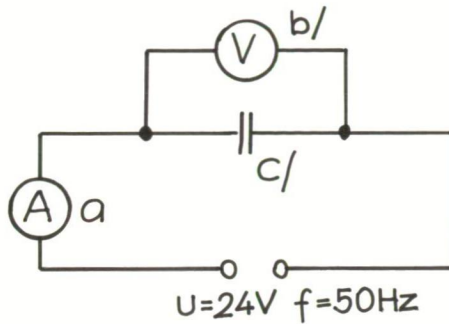
406. Ábrázold vektorosan a feladatot!

a-c/

29. Mérési feladatlap

Váltakozó feszültségre kapcsolt kapacitív ellenállás  
mérése

407. Állítsd össze a kapcsolást!



d/ A kapcsolás összeállítását jelentsd a mérést vezető tanárnak!

e/ Kapcsolj feszültségre!

408. A mérőműszer értékét olvasd le és rögzítsd a táblázatban!

Mérőműszer	$\alpha$	K	E
Feszültségmérő	a/	b/	c/
Árammérő	d/	e/	f/

409. A mérés értékéből határozd meg a kapacitív ellenállást!

a/

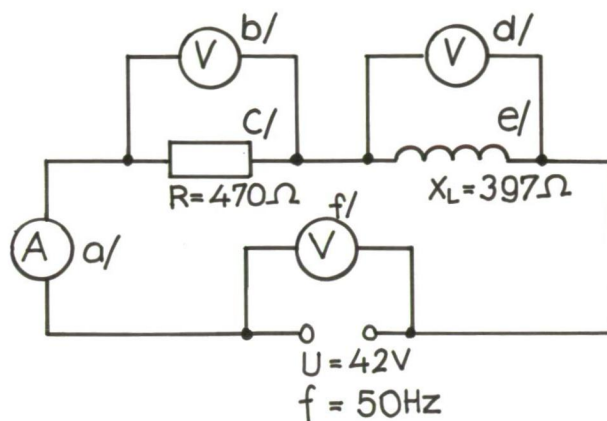
410. Ábrázold vektorosan a feladatot!

a-c/

30. Mérési feladatlap

Váltakozó feszültségre kapcsolt ohmos és induktív ellenállások soros kapcsolásának mérése

411. A kapcsolási rajz alapján állítsd össze a mérést!



d/ A kapcsolás összeállítását jelentsd a mérést vezető tanárnak!

e/ Kapcsolj feszültségre!

412. A mérőműszerek értékét olvasd le és rögzítsd a táblázatban!

Értékek Mérőműszer	$\alpha$	K	E
Feszültségmérő / $U_R$ /	a/	b/	c/
Feszültségmérő / $U_L$ /	d/	e/	f/
Feszültségmérő / $U_T$ /	g/	h/	i/
Árammérő	j/	k/	l/



413. Szerkeszd meg a mért adatok segítségével a feszültség-háromszöget léptékhelyesen tetszőleges léptékvételeléssel!

/ a - d /

I. Amennyiben zárt háromszöget kapsz, lépj a 414. feladatra!

II. Amennyiben a kapott háromszög nem zárt, ellenőrizd a mért adatokat, hogy helyesek-e!

III. Ha ezek után sem megfelelők a méréseid értékei, jelentsd a mérést vezető tanárnak!

414. Számítsd ki az áramkör imbedanciáját!

a/

b/

/  $Z = 615,23 \Omega$  / Ellenőrző érték

415. Határozd meg a fázisszög értékét!

a/

416. Rögzítsd a méréshez használt műszerek típusát és gyártási számát!

a/

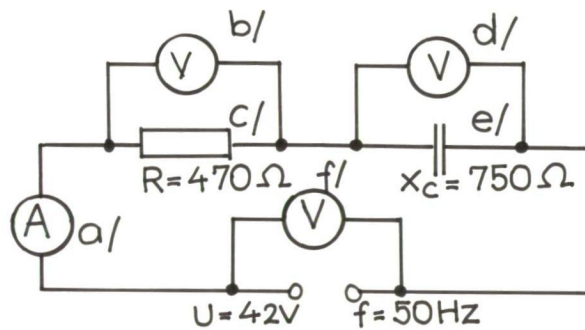
417. Írd le a mérés tapasztalatait!

a/

### 31. Mérési feladatlap

#### Váltakozó feszültségre kapcsolt ohmos és kapacitív ellenállások soros kapcsolásának mérése

418. A kapcsolási rajz alapján állítsd össze a mérést!



g/ A kapcsolás összeállítását jelentsd a mérést vezető tanárnak!

h/ Kapcsolj feszültségre!

419. A mérőműszerek értékét olvasd le és rögzítsd a táblázatban!

Értékek			
Mérőműszer	$\alpha$	K	E
Feszültségmérő /U <sub>R</sub> /	a/	b/	c/
Feszültségmérő /U <sub>C</sub> /	d/	e/	f/
Feszültségmérő /U <sub>T</sub> /	g/	h/	i/
Árammérő	j/	k/	l/

420. Szerkeszd meg a mért adatok segítségével a feszültség-háromszöget, léptékhelyesen, tetszőleges léptékfelvétellel! / a - d /

I. Amennyiben zárt háromszöget kapsz, lépj a 421. feladatra!

II. Ha a kapott háromszög nem zárt, ellenőrizd a mért adatokat, hogy helyesek-e!

III. Ha ezek után sem megfelelők a méréseid értékei, jeleltsd a mérést vezető tanárnak!

421. Számítsd ki az áramkör impedanciáját!

a/

b/

/  $Z = 855\Omega$  / Ellenőrző érték

422. Határozd meg a fázisszög értékét!

a/

423. Rögzítsd a méréshez használt műszerek típusát és gyártási számát!

a/

424. Írd le a mérés tapasztalatait!

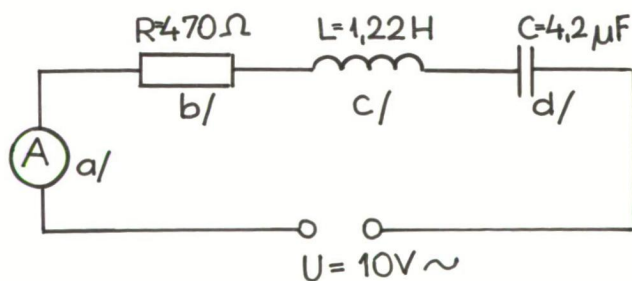
a/

### 32. Mérési feladatlap

Váltakozó feszültségre kapcsolt ohmos, kapacitív és induktív ellenállások soros kapcsolásának mérése.

Rezonancia frekvencia meghatározása

425. A kapcsolási rajz alapján állítsd össze a mérést!



e/ A kapcsolás összeállítását jelentsd a mérést vezető tanárnak!

f/ Kapcsolj feszültségre!



426. A táblázat utasításának megfelelő frekvencia értékeket állítsd be és a mérés értékeit rögzítsd a táblázatban!

<div>Utasítás</div> <div>Mérőműszer</div>	10V 20Hz a/			10V 100Hz b/			10V 1kHz c/			10V 10kHz d/			10V f <sub>o</sub> e/		
	d	K	E	d	K	E	d	K	E	d	K	E	d	K	E
I árammérő	f/	g/	h/	i/	j/	k/	l/	m/	n/	o/	p/	r/	s/	t/	u/

427. A mérés értékeiből határozd meg az egyes frekvenciákon az impedancia értékét!

$$a/z_1 =$$

$$b/z_2 =$$

$$c/z_3 =$$

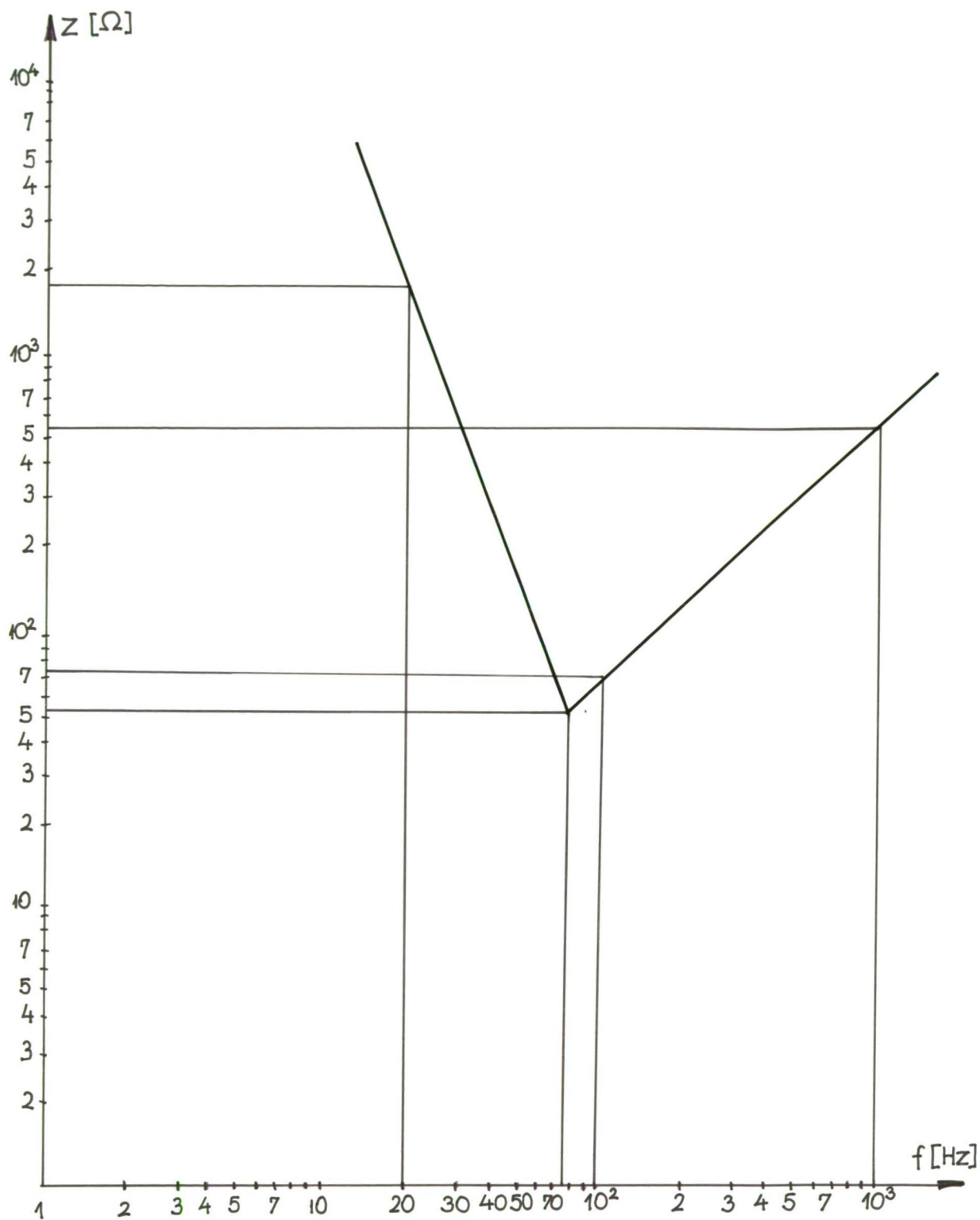
$$a/z_4 =$$

$$e/z_5 =$$

Szerkeszd meg a mért adatok alapján az impedancia jelleggörbéjét a frekvencia függvényében!

Lépték: 1 cm  $\equiv$  1  $\Omega$  1  $\mu$  5

1 cm  $\equiv$  1 Hz 1 m. 5



/Ellenőrző ábra/

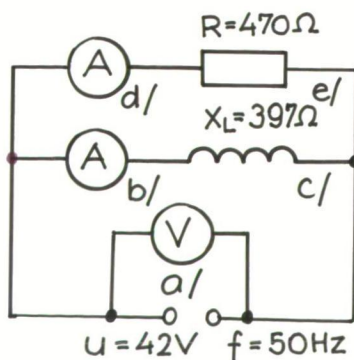
- I. Amennyiben az ábrád megegyezik az ellenőrző ábrával, lépj a 428. feladatra!

- II. Amennyiben a kapott ábra lényegesen eltér az ellenőrző ábrától, ellenőrizd a mért adatokat, hogy helyesek-e!
- III. Ha ezek után sem megfelelő a mérésed, jelentsd a mérést vezető tanárnak!
428. Számítással ellenőrizd az áramkör rezonancia frekvencia értékét!
- Ha  $C = 4,2 \mu\text{F}$  és  $L = 1,22 \text{ H}$
- a/ b/
429. Rögzítsd a méréshez használt műszerek típusát és gyártási számát!
- a/
430. Írd le a mérés tapasztalait!
- a/

### 33. Mérési feladatlap

Váltakozó feszültségre kapcsolt ohmos és induktív ellenállások párhuzamos kapcsolásának mérése

431. A kapcsolási rajz alapján állítsd össze a mérést!



f/ A kapcsolás összeállítását jelentsd a mérést vezető tanárnak!

g/ Kapcsolj feszültségre!

432. A mérőműszerek értékét olvasd le és rögzítsd a táblázatban!

Érték Mérőműszer	$\alpha$	K	E
Feszültségmérő /U <sub>T</sub> /	a/	b/	c/
Árammérő /I <sub>R</sub> /	d/	e/	f/
Árammérő /I <sub>I</sub> /	g/	h/	i/

433. Szerkeszd meg a mért adatok segítségével az áramháromszöget léptékhelyesen tetszőleges léptékfelvétellel!  
/ a - d /

- I. Amennyiben zárt háromszöget kapsz, lépj a 434. pontra!
- II. Amennyiben a kapott háromszög nem zárt, ellenőrizd a mért adatokat, hogy helyesek-e!
- III. Ha ezek után sem megfelelőek a méréseid értékei, jelentsd a mérést vezető tanárnak!



434. Számold ki az áramkör admittanciáját!

a/

b/

/  $Y = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ S}$  / Ellenőrző érték

435. Rögzítsd a méréshez használt műszerek típusát és gyártási számát!

a/

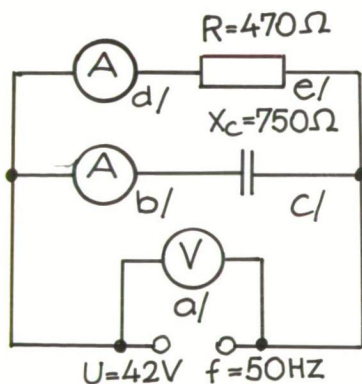
437. Írd le a mérés tapasztalatait!

a/

### 34. Mérési feladatlap

Váltakozó feszültségre kapcsolt ohmos és kapacitív ellenállások párhuzamos kapcsolásának mérése

437. A kapcsolási rajz alapján állítsd össze a mérést!



f/ A kapcsolás összeállítását jelentsd a mérést vezető tanárnak!

g/ Kapcsolj feszültségre!

438. A mérőműszerek értékét olvasd le és rögzítsd a táblázatban!

Érték Mérőműszer	$\alpha$	K	E
Feszültségmérő / $U_T$ /	a/	b/	c/
Árammérő / $I_R$ /	d/	e/	f/
Árammérő / $I_C$ /	g/	h/	i/

439. Szerkeszd meg a mért adatok segítségével az áramháromszöget léptékhelyesen tetszőleges léptékfelvétellel!

- I. Amennyiben zárt háromszöget kapsz, lépj a 440. feladatra!
  - II. Amennyiben a kapott háromszög nem zárt, ellenőrizd a mért adatokat, hogy helyesek-e!
  - III. Ha ezek után sem megfelelők a méréseid eredményei, jelentsd a mérést vezető tanárnak!
440. Számold ki az áramkör admittanciáját!

/  $Y = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ S}$  / Ellenőrző érték

I. Amennyiben az admittancia értéke közel azonos az ellenőrző értékkel, lépj a 441. feladatra!

II. Ha az eredményed jelentősen eltér az ellenőrző értéktől, ellenőrizd az árammérők értékeit és a számítást!

III. Ismételt hiba esetén jelentsd a mérést vezető tanárnak!

441. Ellenőrizd az ohmos ellenállás értékét számítással!

a/

b/

I. Amennyiben számításod megegyezik a kapcsolásban szereplő értékkel, lépj a 442. feladatra!

II. Ha eredményed jelentősen eltér a kapcsolásban szereplő értéktől, ellenőrizd az árammérő értékét és a számítást!

III. Ismételt hiba esetén jelentsd a mérést vezető tanárnak!

442. Ellenőrizd a kapacitív ellenállás értékét számítással!

a/

b/

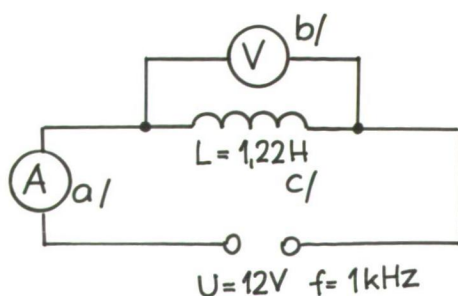
I. Amennyiben számításod megegyezik a kapcsolásban szereplő értékkel, lépj a 443. feladatra!

- II. Ha eredményed jelentősen eltér a kapcsolásban szereplő értéktől, ellenőrizd az árammérő értékét és a számítást!
- III. Ismételt hiba esetén jelentsd a mérést vezető tanárnak!
443. Ábrázold léptékhelyesen az áramvektorokat a lépték tet-szőleges felvételével!
444. A vektorábráról mérd le a fázisszög értékét és ellenő-rizd számítással!
- a/
- b/
445. Rögzítsd a méréshez használt műszerek típusát és gyártá-si számát!
- a/
446. Írd le a mérés tapasztalatait!
- a/

### 35. Mérési feladatlap

#### Váltakozó feszültségre kapcsolt induktivitás mérése

447. Állítsd össze az alábbi kapcsolást és mérd digitális mé-rőműszerrel a feszültség és áramerősség értékét!





a/ A kapcsolás összeállítását jelentsd a mérést vezető tanárnak!

b/ Kapcsolj feszültségre!

448. A mérőműszer értékét olvasd le és rögzítsd táblázatban az előírt lépésnek megfelelően!

Feladat Mérőműszer	a/ $U=10V$ $f=1kHz$
Feszültségmérő	b/
Árammérő	c/

449. Rögzítsd a mérőműszerek típusát és gyártási számát!

a/

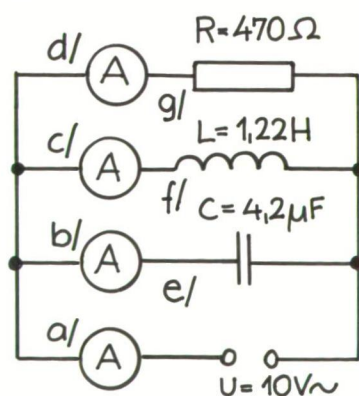
450. Írd le a mérési tapasztalatokat!

a/

### 36. Mérési feladatlap

#### Ellenállás, induktivitás és kapacitás párhuzamos kapcsolásának mérése

451. Állítsd össze az alábbi kapcsolást és mérd meg a rezonancia értékét!



h/ A kapcsolás összeállítását jelentsd a mérést vezető tanárnak!

i/ Kapcsolj feszültségre és mérd meg a rezonancia értékét!

452. A mérőműszer értékét olvasd le és rögzítsd a táblázatban!

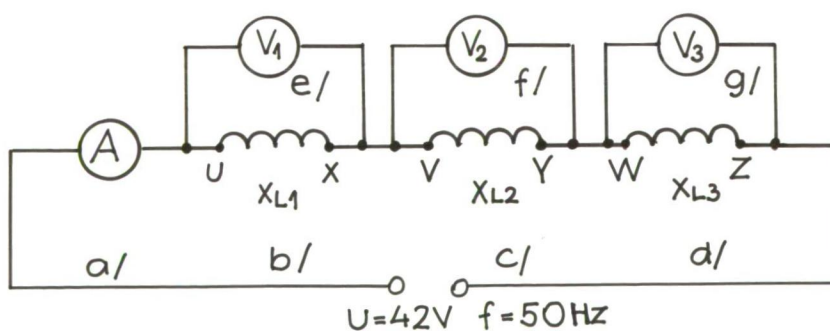
<div>Utasítás</div> <div>Mérőműszer</div>	10 V	a/ f <sub>o</sub> = .....	
	d/	K	E
I árammérő	b/	c/	d/
I <sub>L</sub> árammérő	e/	f/	g/
I <sub>C</sub> árammérő	h/	i/	j/
I <sub>R</sub> árammérő	k/	l/	m/

453. Rögzítsd a mérőműszerek típusát és gyártási számát!  
a/

### 37. Mérési feladatlap

#### Háromfázisú tekercselés reaktanciájának ellenőrzése

454. A kapcsolási rajz alapján állítsd össze a mérést!



a/ A kapcsolás összeállítását jelentsd a mérést vezető tanárnak!

b/ Kapcsolj feszültségre!

455. A mérőműszerek értékét olvasd le és rögzítsd a táblázatban!

Érték Mérőműszer	L	K	E
I árammérő	a/	b/	c/
$U_1$ fesz.mérő	d/	e/	f/
$U_2$ fesz.mérő	g/	h/	i/
$U_3$ fesz.mérő	j/	k/	l/

456. Számold ki a mért adatok alapján az áramkörben szereplő induktív reaktanciák értékét!

a/  $X_{L_1} =$

b/  $X_{L_2} =$

c/  $X_{L_3} =$

457. Írd le a mérés tapasztalatait!

a/

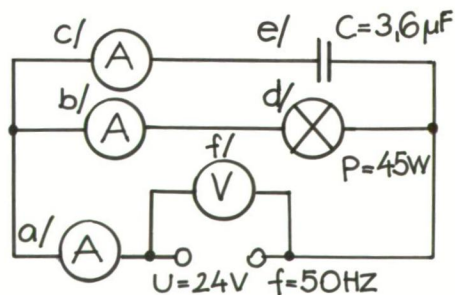
458. Rögzítsd a mérőműszerek típusát és gyártási számát!

a/

### 38. Mérési feladatlap

#### Párhuzamosan kapcsolt áramkörök mérése

459. Állítsd össze az alábbi kapcsolást!



g/ A kapcsolás összeállítását jelentsd a mérést vezető tanárnak!

h/ Kapcsolj feszültségre!

460. A mérőműszer értékét olvasd le és rögzítsd a táblázatban!

Érték Mérőműszer	$\mu$	K	E
$U_T$ fesz.mérő	a/	b/	c/
$I_C$ árammérő	d/	e/	f/
$I_R$ árammérő	g/	h/	i/
$I$ árammérő	j/	k/	l/

461. Határozd meg az eredő áram kiszámítási módját!

$$I = U \cdot \frac{1}{R + X_C} \quad \text{a/} \quad \text{b/} \quad \text{A}$$

$$I = \frac{U}{R + X_C} \quad \text{mA}$$

$$I = \sqrt{I_R^2 + I_C^2} \quad \text{A}$$

A helyes választ karikázd be!

462. Határozd meg az impedancia értékét! A helyes választ karikázd be!

$$Z = 120 \quad \Omega$$

$$Z = 12 \quad \Omega$$

$$Z = 1,2 \quad \Omega$$

463. Határozd meg az admittancia értékét!

$$Y = 0,083 \quad S$$

$$Y = 0,083 \quad S$$

$$Y = 0,083 \quad B$$

A helyes választ karikázd be!



464. Szerkeszd meg az eredő áramerősség vektor ábráját tetszőleges lépték felvételével! / a - f /

465. Határozd meg a kapcsolás fázisszögét!

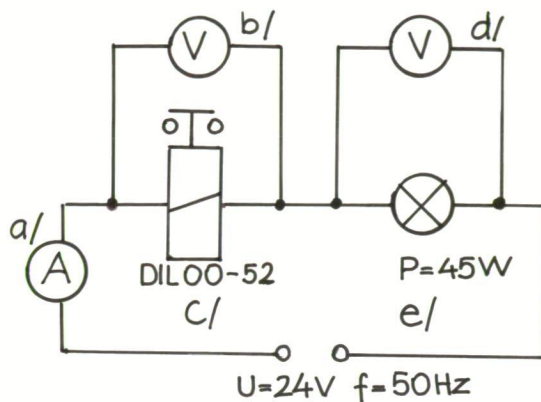
a/	b/
$\cos \varphi = 0,999$	$\varphi = 2,56^{\circ}$
$\cos \varphi = 0,567$	$\varphi = 55^{\circ} 9'$
$\cos \varphi = 0,427$	$\varphi = 65^{\circ} 16'$

A helyes választ húzd alá!

39. Mérési feladatlap

Sorosan kapcsolt áramkör mérése

466. Állítsd össze az alábbi kapcsolást!



f/ A kapcsolás összeállítását jelentsd a mérést vezető tanárnak!

g/ Kapcsolj feszültségre!

467. A mérőműszer adatait olvasd le és rögzítsd a táblázatban!

Érték Mérőműszer	$\alpha$	K	E
$U_L$ fesz.mérő	a/	b/	c/
$U_R$ fesz.mérő	d/	e/	f/
I árammérő	g/	h/	i/

368. Határozd meg az eredő feszültség kiszámítási módját!

$$\begin{array}{ll}
 \text{a/} & \text{b/} \\
 U = I_R + I \cdot X_L & / \text{ mV } / \\
 U = I \cdot / R - X_L / & / \text{ V } / \\
 U = I \cdot \sqrt{R^2 + X_L^2} & / \text{ V } /
 \end{array}$$

A helyes választ karikázd be!

469. Határozd meg az impedancia értékét!

a/

$$Z = 51,1 \, \Omega$$

$$Z = 48 \, \Omega$$

$$Z = 125 \, \Omega$$

470. A kapcsolásban szereplő ellenállásokat párhuzamosan kapcsolva határozd meg az admittancia értékét!

a/

$$Y = 0,0208$$

$$Y = 0,0159$$

$$Y = 8,8 \cdot 10^{-3}$$

b/

S

B

C

471. Szerkeszd meg a kapcsolat vektor ábráját, tetszőleges lépték felvételével! / a - f /

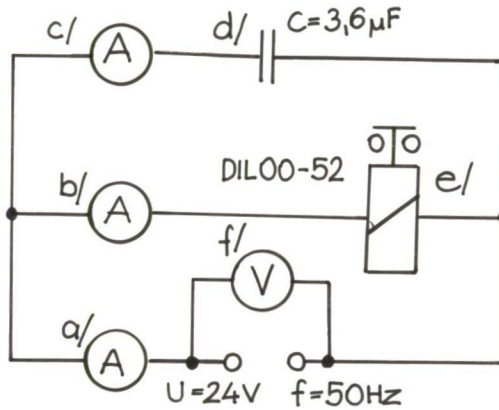
472. Határozd meg a kapcsolás fázisszögét!

a/	b/
$\cos \varphi = 0,054$	$\varphi = 86^{\circ} 9'$
$\cos \varphi = 0,062$	$\varphi = 86^{\circ} 44'$
$\cos \varphi = 0,75$	$\varphi = 41^{\circ} 40'$

40. Mérési feladatlap

Párhuzamosan kapcsolt áramkörök mérése

473. Állítsd össze az alábbi kapcsolást!



g/ A kapcsolás összeállítását jelentsd a mérést vezető tanárnak!

h/ Kapcsolj feszültségre!

474. A mérőműszer értékeit olvasd le és rögzítsd a táblázatban!

Érték Mérőműszer	$\angle$	K	E
$I_C$ árammérő	a/	b/	c/
$I_L$ árammérő	d/	e/	f/
$I$ árammérő	g/	h/	i/
$U_T$ fesz.mérő	j/	k/	l/



475. Határozd meg az eredő áram kiszámítási módját!

a/	b/
$I = I_C + I_L$	/ mA /
$I = U \cdot \sqrt{X_C^2 + X_L^2}$	/ A /
$I = \sqrt{I_C^2 + I_L^2}$	/ A /

A helyes választ karikázd be!

476. Határozd meg az impedancia értékét

a/ $Z = 0,5$	<input type="checkbox"/> $\Omega$	b/
$Z = 52$	<input type="checkbox"/> $\Omega$	
$Z = 520$	<input type="checkbox"/> $\Omega$	

A helyes választ karikázd be!

477. Határozd meg az admittancia értékét!

a/ $Y = 0,019$	b/ $S$
$Y = 0,25$	<input checked="" type="checkbox"/> $\frac{1}{S}$
$Y = 0,0025$	<input type="checkbox"/> $\Omega$

A helyes választ karikázd be!

478. Határozd meg az induktív ellenállás értékét!

a/ $X_L = 5,05$	b/ <input type="checkbox"/> $\Omega$
$X_L = 53,3$	<input type="checkbox"/> $\Omega$
$X_L = 55$	<input type="checkbox"/> $\Omega$

479. Határozd meg az induktivitás értékét!

a/ $L = 0,16$	b/ $H$
$L = 16$	$H$
$L = 1,60$	$H$

480. Számítsd ki a rezonancia frekvencia értékét!

a/ $f_0 = 600$	b/ $Hz$
$f_0 = 21$	$Hz$
$f_0 = 210$	$Hz$

481. Állítsd össze egy ohmos ellenállás és egy induktív ellenállás soros kapcsolását! / a - b /

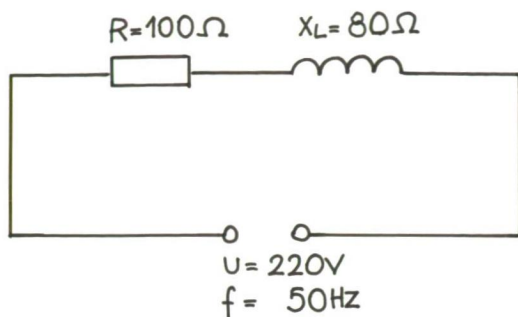
c - d / Mérd meg a feszültségviszonyokat!

e/ Mérd meg az áramkörben folyó áram értékét!

482. Állítsd össze egy ohmos ellenállás és egy induktív ellenállás párhuzamos kapcsolását! / a - b /  
c - d / Mérd meg az áramviszonyokat!  
e / Mérd meg a tápfeszültség értékét!

483. Állítsd össze egy ohmos ellenállás és egy kapacitív ellenállás soros kapcsolását! / a - b /  
c - d / Mérd meg a feszültségviszonyokat!  
e / Mérd meg az áramkörben folyó áram értékét!

484. Az  $U = 220 \text{ V}$ ,  $f = 50 \text{ Hz}$ -es feszültségre egy  $R = 100\Omega$ -os ellenállást és  $X_L = 80\Omega$  induktív ellenállást sorosan kapcsolunk. Számítsd ki az áramkör impedanciáját!



- A Vizsgáld meg, hogy a kapcsolás helyes-e!  
B Vizsgáld meg, hogy melyik összefüggés helyes az impedancia kiszámítására!

V4  $Z = \sqrt{R + X_L}$

V5  $Z = \sqrt{R^2 - X_L^2}$

V6  $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$

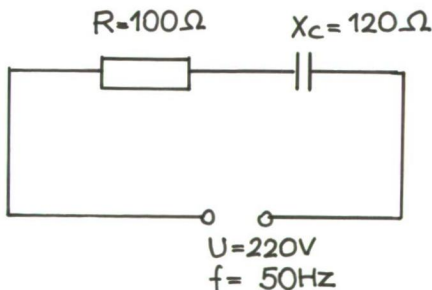
- C Végezd el a számítást! Ha az eredményed:

V7  $Z = 128\Omega$

V8  $Z = 1,28\Omega$

V9  $Z = \text{más}$

485. Az  $U = 220 \text{ V}$ ,  $f = 50 \text{ Hz}$ -es feszültségre egy  $R = 100\Omega$  ellenállást és vele sorosan egy  $X_C = 120\Omega$  kapacitív ellenállást kapcsolunk. Számítsd ki az áramkör impedanciáját!



- A Vizsgáld meg, hogy a kapcsolás helyes-e!  
V2 nem  
V3 Igen

- B Vizsgáld meg, hogy melyik összefüggés helyes az impedancia kiszámítására!

V4  $Z = \frac{R^2}{X_C^2}$

V5  $Z = R + X_C$

V6  $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$

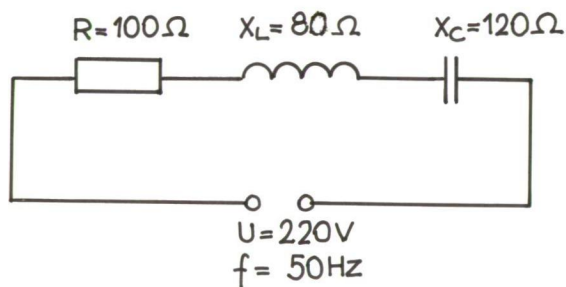
- C Végezd el a számítást! Ha az eredményed:

V7  $Z = 156 \Omega$

V8  $Z = 15,6 \Omega$

V9  $Z = \text{más}$

486. Az  $U = 220 \text{ V}$ ,  $f = 50 \text{ Hz}$ -es feszültségre  $R = 100 \Omega$ -os ellenállást, egy  $X_L = 80 \Omega$  induktív ellenállást és egy  $X_C = 120 \Omega$  kapacitív ellenállást sorosan kapcsolunk. Számítsd ki az áramkör impedanciáját!



- A Vizsgáld meg, hogy a kapcsolás helyes-e!

V2 Nem

V3 Igen

- B Vizsgáld meg, hogy melyik összefüggés helyes az impedancia kiszámítására!

V4  $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2 + X_C^2}$

V5  $Z = \sqrt{R^2 + /X_L - X_C/2}$

V6  $Z = \sqrt{R^2 + /X_C - X_L/2}$



C Végezd el a számítást! Ha az eredményed!

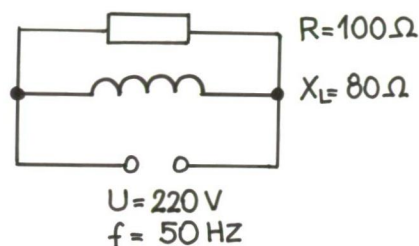
V7  $Z = 107,7 \Omega$

V8  $Z = 1077 \Omega$

V9  $Z = \text{más}$

487. Az  $U = 220 \text{ V}$ ,  $f = 50 \text{ Hz}$ -es feszültségre egy  $R = 100 \Omega$ -os ellenállást és vele párhuzamosan egy  $X_L = 80 \Omega$  induktív ellenállást kapcsolunk.

Mennyi az admittancia értéke?



A Vizsgáld meg, hogy a kapcsolás helyes-e!

V2 Nem

V3 Igen

B Vizsgáld meg, hogy melyik összefüggéssel lehet az impedanciát kiszámítani!

V4  $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$

V5  $Z = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_L^2}}$

V6  $Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_L^2}}}$

C Végezd el a számítást, határozd meg az impedancia értékét! Ha az eredményed:

V7  $Z = 62,5 \Omega$

V8  $Z = 6,25 \Omega$

V9  $Z = \text{más}$

D Vizsgáld meg, melyik összefüggéssel lehet az admittanciát meghatározni!

$$V10 \quad Y = \sqrt{G^2 + B_L^2}$$

$$V11 \quad Y = Z$$

$$V12 \quad Y = \frac{1}{Z}$$

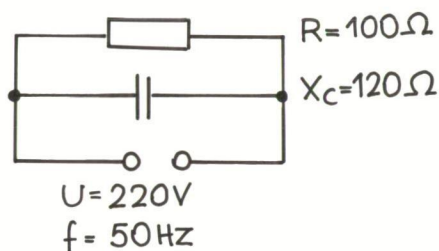
E Számítsd ki az admittanciát! Ha az eredményed:

$$V13 \quad Y = 0,16 \quad S$$

$$V14 \quad Y = 0,016 \quad S$$

$$V15 \quad Y = \text{más}$$

488. Az  $U = 220 \text{ V}$ ,  $f = 50 \text{ Hz}$ -es feszültségre egy  $R = 100\Omega$ -os ellenállást és vele párhuzamosan egy  $X_C = 120\Omega$  kapacitív ellenállást kapcsolunk. Mennyi az admittancia értéke?



A Vizsgáld meg, hogy a kapcsolás helyes-e!

$$V2 \quad \text{Nem}$$

$$V3 \quad \text{Igen}$$

B Vizsgáld meg, hogy melyik összefüggéssel lehet az impedanciát kiszámítani!

$$V4 \quad Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

$$V5 \quad Z = \sqrt{G^2 + B_C^2}$$

$$V6 \quad Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_C^2}}}$$

C Végezd el a számítást, határozd meg az impedancia értékét! Ha az eredményed:

$$V7 \quad Z = 76,92\Omega$$

$$V8 \quad Z = 796,2\Omega$$

$$V9 \quad Z = \text{más}$$

D Vizsgáld meg, melyik összefüggéssel lehet az admittanciát meghatározni!

V10  $Y = \sqrt{G^2 + B_L^2}$

V11  $Y = Z$

V12  $Y = \frac{1}{Z}$

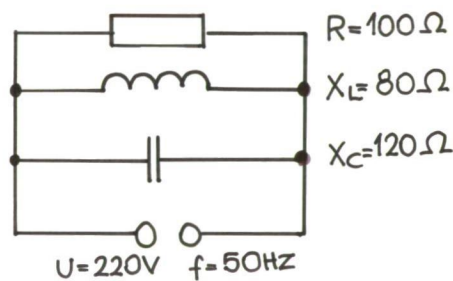
E Számítsd ki az admittanciát! Ha az eredményed:

V13  $Y = 0,0135 \quad S$

V14  $Y = 0,135 \quad S$

V15  $Y = \text{más}$

489. Az  $U = 220 \text{ V}$ ,  $f = 50 \text{ Hz}$ -es feszültségre egy  $R = 100\Omega$ -os ellenállást és vele párhuzamosan egy  $X_L = 80\Omega$  induktív ellenállást és egy  $X_C = 120\Omega$  kapacitív ellenállást kapcsolunk. Mekkora az admittancia értéke?



A Vizsgáld meg, hogy a kapcsolás helyes-e!

V2 Nem

V3 Igen

B Vizsgáld meg, hogy melyik összefüggéssel lehet az impedanciát kiszámítani!

V4  $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2 + X_L^2}$

V5  $Z = \sqrt{G^2 + B_C^2 + B_L^2}$

V6  $Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_C^2} - \frac{1}{X_L^2}}}$

C Végezd el a számítást és határozd meg az impedancia értékét! Ha az eredményed:

V7  $Z = 92,59\Omega$

V8  $Z = 925\Omega$

V9  $Z = \text{más}$

D Vizsgáld meg, milyen összefüggéssel lehet az admittanciát meghatározni!

V10  $Y = \sqrt{G^2 + /B_C - B_L/}^2$

V11  $Y = Z$

V12  $Y = \frac{1}{Z}$

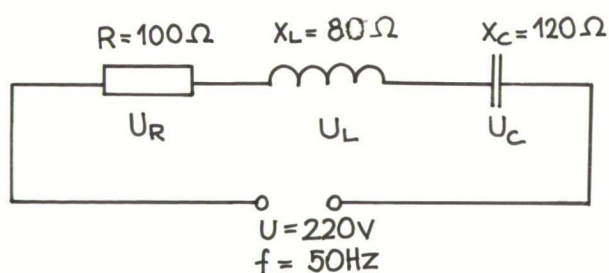
E Számítsd ki az admittanciát! Ha az eredményed:

V13  $Y = 0,01085 \quad S$

V14  $Y = 10,85 \quad S$

V15  $Y = \text{más}$

490. Az  $U = 220 \text{ V}$ ,  $f = 50 \text{ Hz}$ -es feszültségre egy  $R = 100\Omega$ -os ellenállást és vele sorba egy  $X_L = 80\Omega$  induktív ellenállást, valamint  $X_C = 120\Omega$  kapacitív ellenállást kapcsolunk. Az eredő impedancia  $Z = 107,7\Omega$ . Határozd meg az ellenálláson, a tekercsen és a kondenzátoron eső feszültségeket!



A Vizsgáld meg, hogy a kapcsolás helyes-e!

V2 Nem

V3 Igen

B Vizsgáld meg, hogy melyik összefüggéssel lehet az áramerősséget kiszámítani!

V4  $I = \frac{U}{Z}$



$$V5 \quad I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + X_L^2 + X_C^2}}$$

$$V6 \quad I = \frac{U}{R} + X_L + X_C$$

C Számítsd ki az áramerősséget! Ha az eredményed:

$$V7 \quad I = 2,04 \text{ A}$$

$$V8 \quad I = 0,20 \text{ A}$$

$$V9 \quad I = \text{más}$$

D Vizsgáld meg, hogy milyen összefüggéssel lehet az ellenálláson eső feszültséget meghatározni!

$$V10 \quad U_R = I \cdot R$$

$$V11 \quad U_R = \frac{I}{R}$$

E Számítsd ki az ellenálláson létrejött feszültségesést!

Ha az eredményed:

$$V12 \quad U_R = 204 \text{ V}$$

$$V13 \quad U_R = 85 \text{ V}$$

F Vizsgáld meg milyen összefüggéssel lehet a kapacitív ellenálláson eső feszültséget meghatározni!

$$V19 \quad U_C = I \cdot X_C$$

$$V20 \quad U_C = \frac{I}{X_C}$$

$$V21 \quad U_C = I \cdot \sqrt{X_C}$$

G Számítsd ki a kapacitív ellenálláson eső feszültséget!

Ha az eredményed:

$$V22 \quad U_C = 244,8 \text{ V}$$

$$V23 \quad U_C = 24,4 \text{ V}$$

$$V24 \quad U_C = 350 \text{ V}$$

H Vizsgáld meg, hogy az egyes ellenállásokon létrejött feszültségesések milyen módon adják a tápfeszültséget!

$$V25 \quad U = \sqrt{U_R^2 + U_C^2 + U_L^2}$$

$$V26 \quad U = I \cdot \sqrt{R^2 + X_C^2 + X_L^2}$$

V27  $U = I \cdot /R + X_L + X_C/$

I Végezd el az eredő feszültség kiszámítását! Ha az eredmény:

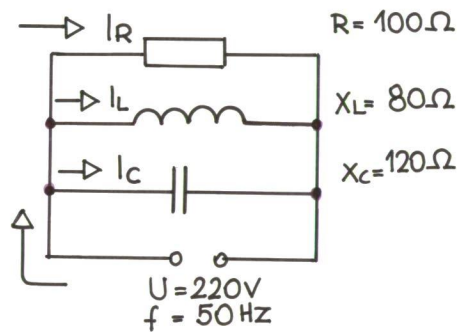
V28  $U = 219,71 \sim 220 \text{ V}$

V29  $U = 250 \sim 220 \text{ V}$

V30  $U = 612 \sim 220 \text{ V}$

491. Az  $U = 220 \text{ V}$ ,  $f = 50 \text{ Hz}$ -es feszültségre egy  $R = 100\Omega$ -os ellenállást, egy  $X_L = 80\Omega$  induktív ellenállást és egy  $X_C = 120\Omega$  kapacitív ellenállást párhuzamosan kapcsolunk. Az eredő impedancia  $Z = 92,59\Omega$ .

Határozd meg a főágban folyó áramerősséget, valamint egyes ellenállásokon átfolyó áramerősségeket!



A Vizsgáld meg, hogy a kapcsolás helyes-e!

V2 Nem

V3 Igen

B Vizsgáld meg, hogy melyik összefüggéssel lehet az áramerősségeket kiszámítani!

V4  $I = \frac{U}{Z}$

V5  $I = \frac{U}{R + X_L + X_C}$

V6  $I = \frac{U}{R} + X_L - X_C$

C Számítsd ki az áramerősséget! Ha az eredményed:

V7  $I = 2,37 \text{ A}$

V8  $I = 0,23 \text{ A}$

V9  $I = \text{más}$

- D Vizsgáld meg, hogy milyen összefüggéssel lehet az ohmos ellenálláson átfolyó áramerősséget meghatározni!

$$V10 \quad I_R = \frac{U}{R}$$

$$V11 \quad I_R = \frac{U \cdot R}{2}$$

- E Számítsd ki az ellenálláson átfolyó áramerősséget!

Ha az eredményed:

$$V12 \quad I_R = 2,2 \quad A$$

$$V13 \quad I_R = 300 \quad A$$

- F Vizsgáld meg, hogy milyen összefüggéssel lehet az induktív ellenálláson átfolyó áramerősséget meghatározni!

$$V14 \quad I_L = \frac{U}{X_L}$$

$$V15 \quad I_L = U \cdot X_L$$

- G Számítsd ki az induktív ellenálláson átfolyó áramerősséget! Ha az eredményed:

$$V16 \quad I_L = 2,75 \quad A$$

$$V17 \quad I_L = 27,5 \quad A$$

$$V18 \quad I_L = \text{más}$$

- H Vizsgáld meg, milyen összefüggéssel lehet a kapacitív ellenálláson átfolyó áramerősséget meghatározni!

$$V19 \quad I_C = \frac{U}{X_C}$$

$$V20 \quad I_C = U \cdot X_L$$

$$V21 \quad I_C = U \cdot \sqrt{X_C}$$

- I Számítsd ki a kapacitív ellenálláson átfolyó áramerősséget! Ha az eredményed:

$$V22 \quad I_C = 1,8 \quad A$$

$$V23 \quad I_C = 18 \quad A$$

$$V24 \quad I_C = \text{más}$$

- K Vizsgáld meg, hogy egyes ellenállásokon átfolyó áramerősségek milyen módon adják a főág áramerősségét!

$$V25 \quad I = \sqrt{I_R^2 + I_L^2 - I_C^2}$$

$$V26 \quad I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + X_L^2 - X_C^2}}$$

$$V27 \quad I = U \cdot Z$$

L Végezd el az eredő áramerősség kiszámítását!

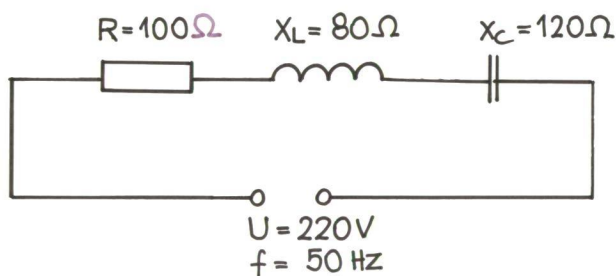
Ha az eredményed:

$$V28 \quad I = 2,4 \sim 2,37$$

$$V29 \quad I = 24 \sim 2,37$$

$$V30 \quad I = \text{más}$$

492. Az  $U = 220 \text{ V}$ ,  $f = 50 \text{ Hz}$ -es feszültségre egy  $R = 100 \Omega$ -os ellenállást és egy  $X_L = 80 \Omega$  induktív ellenállást és egy  $X_C = 120 \Omega$  kapacitív ellenállást sorosan kapcsolunk. Határozd meg a rezonancia feltételt és a rezonancia frekvencia értékét!



A Vizsgáld meg, hogy a kapcsolás helyes-e!

V2 Nem

V3 Igen

B Vizsgáld meg, hogy az adatok megfelelnek-e a rezonancia feltételeinek!

V4 Igen

V5 Nem

C Írd le a rezonancia feltételt!

$$V6 \quad X_L = X_C$$

$$V7 \quad R + X_L = X_C$$

$$V8 \quad \sqrt{R^2 + X_L^2 + X_C^2}$$



D Határozd meg a rezonancia feltételt az induktív ellenállás változtatásával!

V9  $X_L = 120 \Omega$

V10  $X_L = 40 \Omega$

E Vizsgáld meg, melyik összefüggéssel lehet az induktivitást meghatározni!

V11  $L = \frac{X_L}{\omega}$

V12  $L = X_L \cdot \omega$

V13  $L = \frac{X_L}{2\pi \cdot f}$

F Számítsd ki az induktivitást! Ha az értéked:

V14  $L = 0,38 \text{ H}$

V15  $L = 38 \text{ H}$

V16  $L = \text{más}$

G Vizsgáld meg, melyik összefüggéssel lehet a kapacitást meghatározni!

V17  $C = \frac{1}{\omega \cdot X_C}$

V18  $C = \omega \cdot X_C$

V19  $C = \frac{X_C}{\omega}$

H Számítsd ki a kapacitást! Ha az értéked:

V20  $C = 26,5 \mu\text{F}$

V21  $C = 0,26 \mu\text{F}$

V22  $C = \text{más}$

I Vizsgáld meg, melyik összefüggéssel lehet a rezonancia frekvenciát meghatározni!

V23  $f_o = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} \text{ Hz}$

V24  $f_o = 2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C} \text{ Hz}$

V25  $f_o = 2\pi \cdot \frac{1}{\sqrt{X_L \cdot X_C}} \text{ Hz}$

K Számítsd ki a rezonancia frekvenciát! Ha az értéked:

V26  $f_o = 50,6 \text{ Hz}$

V27  $f_o = 506 \text{ Hz}$

V28  $f_o = \text{más}$

L Határozd meg az impedancia értékét rezonancia frekvencián!

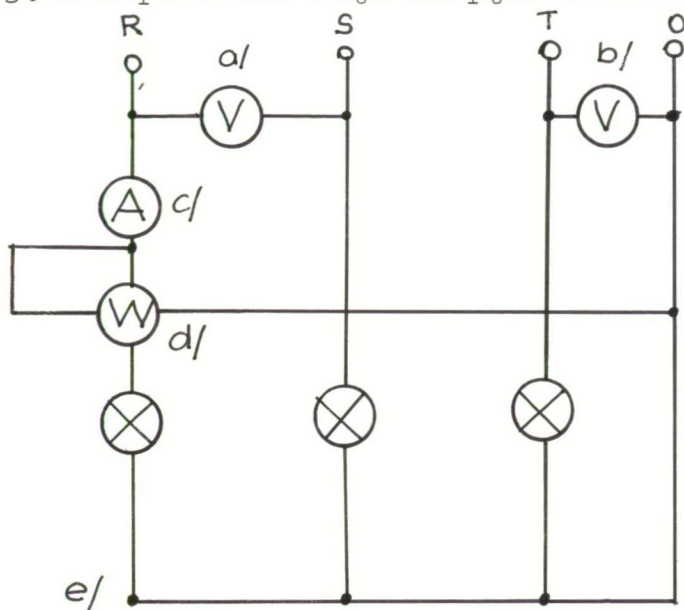
V29  $Z = R$

V30  $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2 + X_C^2}$

V31  $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

41. Mérési feladatlap

493. A kapcsolási rajz alapján állítsd össze a mérést!



a./ A kapcsolás összeállítását jelentsd a mérést vezető tanárnak! Kapcsolj feszültségre!

494. Rögzítsd a táblázatban a mért értékeket!

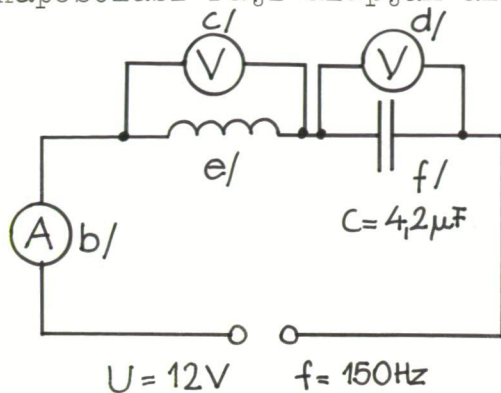
$U_v$ a/	$I_v$ b/	$U_f$ c/	$I_f$ d/	$P$ e/

495. Számítsd ki a látszólagos teljesítményt!

a - b/  $S =$

42. Mérési feladatlap

496. A kapcsolási rajz alapján állítsd össze a mérést!



a/ A kapcsolás összeállítását jelentsd a mérést vezető tanárnak! Kapcsolj feszültségre!

497. Rögzítsd a táblázatban a mért értékeket!

$U_L$ a/	$U_C$ b/	$I$ c/

498. A mért értékek alapján számítással határozd meg a tekercs impedanciáját!

a - b/  $Z =$

499. Mérd meg digitális multiméterrel a tekercs ohmos ellenállását!

a - b/  $R =$



500. Határozd meg az induktív ellenállás valamint az induktivitás értékét a mért és számított adatok segítségével!

$$a - b / X_L =$$

$$c - d / L =$$

501. Rajzold fel az áramkör vektorábráját tetszőleges léptékfelvétellel!

$$a - e /$$

502. Határozd meg az adott kapcsolás rezonancia frekvencia értékét mérés útján!

$$a - b / f_o =$$

5.3. J A V I T Ó K U L C S  
V I L L A M O S M Ű S Z E R E K É S M É R É S E K

Váltakozó áramú mérések  
összetett áramkörökben

378. a/ 10; b/  $\mu^F$  /
379. a/ Frekvencia függő; c/ Frekvenciával fordítottan arányos;
380. a/  $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ ; b/  $Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}$ ;  
c/  $Z = \sqrt{R^2} = R$ ;
381. a/  $Y = \sqrt{G^2 + (B_L + B_C)^2}$ ;
382. a/ II.; b/ IV = kapacitív; c/ V = induktív;
383. a/  $T = 2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}$ ;
384. a/  $Z = 141,42 \Omega$ ; b/  $\cos \varphi = 0,707$ ; c/  $\varphi = 45^\circ$ ;
385. a/  $I = U \cdot \omega \cdot C$ ; b/  $/ A /$ ;
386. a/  $U = I \cdot Z$ ; b/  $/ V /$ ;
387. a/  $I = \frac{U}{Z}$ ; b/  $/ A /$ ;
388. a/  $Y = \sqrt{B_L^2 + B_C^2}$ ; b/  $/ S /$ ;
389. a/  $f_0 = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$ ; b/  $/ Hz /$
390. a/  $Z = 111,8 \Omega$ ; b/  $\cos \varphi = 0,89$ ; c/  $\varphi = 26,56^\circ$ ;
391. a/  $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$ ; b/  $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ ;  
c/  $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$
392. a/  $Y = \sqrt{G^2 + B_C^2}$ ; b/  $Y = \sqrt{G^2 + B_L^2}$ ;  
c/  $Y = \sqrt{G^2 + (B_L - B_C)^2}$ ;
393. a/  $f_0 = 15,92 \text{ Hz}$ ;
394. a/  $Z = 141,42 \Omega$ ; b/  $\cos \varphi = 0,707$ ; c/  $\varphi = 45^\circ$ ;
395. a/  $U = \sqrt{U_R^2 + U_L^2}$ ; b/  $U = \sqrt{U_R^2 + U_C^2}$ ;  
c/  $U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$ ;
396. a/  $Z = 38,58 \Omega$ ; b/  $I = 5,6 \text{ A}$ ; c/  $U_R = 113,4 \text{ V}$ ;  
 $U_L = 703,3 \text{ V}$ ;  
 $U_C = 891,5 \text{ V}$ ;
- d/  $f_0 = 56,8 \text{ Hz}$ ;

397. a/  $Y = 0,0525 \text{ S}$ ;      b/  $I = 11,44 \text{ A}$ ;      c/  $I_R = 11 \text{ A}$ ;  
 $I_L = 1,75 \text{ A}$ ;  
 $I_C = 1,35 \text{ A}$ ;

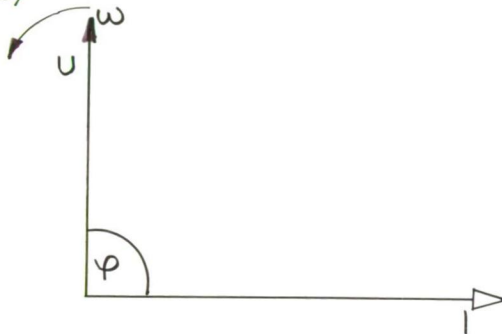
d/  $f_0 = 56,8 \text{ Hz}$ ;

398. a/ értelemszerűen;

399. a/  $24^\circ$ ;      b/ 1;      c/ 24 V;  
d/  $64^\circ$ ;      e/ 0,001;      f/ 0,064 A;

400. a/  $X_L = 375 \Omega$ ;

401. a-c/



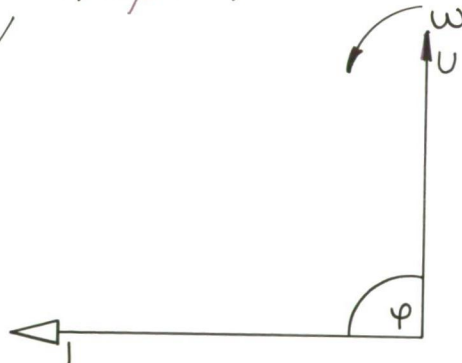
402. a/ értelemszerűen;

403. a/  $24^\circ$ ;      b/ 1;      c/ 24 V;  
d/  $31^\circ$ ;      e/ 0,001;      f/ 0,031 A;

404. a/  $X_C = 774,19 \Omega$ ;

405. a/  $C = 4,09 \mu \text{ F}$ ;

406. a - c/

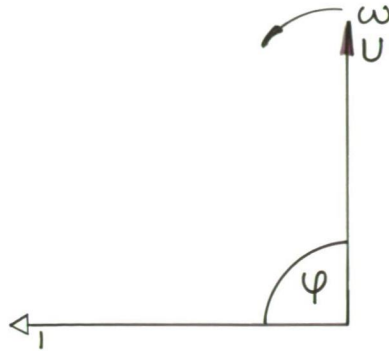


407. a/ értelemszerűen;

408. a/  $24^\circ$ ;      b/ 1;      c/ 24 V;  
d/  $35^\circ$ ;      e/ 0,001;      f/ 0,036 A;

409. a/  $X_C = 685,7$ ;      b/  $\Omega$ ;

410. a - c/



411. a - h/ értelemszerűen;

412. a/  $30^\circ$  ; b/ 1 ; c/ 30 V ;  
 d/  $29^\circ$  ; e/ 1 ; f/ 29 V ;  
 g/  $42^\circ$  ; h/ 1 ; i/ 42 V ;

413. a/ értelemszerűen;

414. a - b/ ellenőrző értéknek megfelelően;

415. a/  $\varphi = 40,38^\circ$  ;

416. a/ értelemszerűen;

417. a/ értelemszerűen;

418. a - h/ értelemszerűen;

419. a/  $23^\circ$  ; b/ 1 ; c/ 23 V ;  
 d/  $36^\circ$  ; e/ 1 ; f/ 36 V ;  
 g/  $42^\circ$  ; h/ 1 ; i/ 42 V ;  
 j/  $50^\circ$  ; k/ 0,001 ; l/ 50 mA ;

420. a - d/ értelemszerűen;

421. a - b/ ellenőrző értéknek megfelelően;

422. a/  $\varphi = 58^\circ$

423. a/ értelemszerűen;

424. a/ értelemszerűen;

425. a - f/ értelemszerűen;

426. a - d/ értelemszerűen;

a/  $U = 10$  V;  $f_o = 50$  Hz;

f/  $56^\circ$  ; g/ 0,1 ; h/ 5,6 mA ;  
 i/  $14^\circ$  ; j/ 1 ; k/ 14 mA ;  
 l/ 18,50 ; m/ 0,1 ; n/ 1,85 mA ;  
 o/  $20^\circ$  ; p/ 0,01 ; r/ 0,2 mA ;  
 s/  $17^\circ$  ; t/ 1 ; u/ 17 mA ;

427. a/  $Z_1 = 1,78$  k $\Omega$  ; b/  $Z_2 = 714$   $\Omega$  ; c/  $Z_3 = 5,4$  k $\Omega$  ;  
 d/  $Z_4 = 50$  k $\Omega$  ; e/  $Z_5 = 588$   $\Omega$  ;



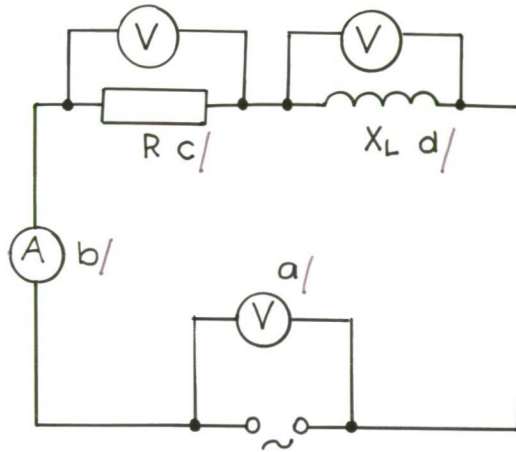




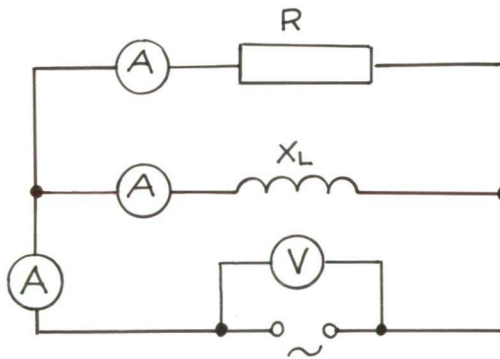
475. a/  $I = \sqrt{I_C^2 + I_L^2}$  ; b/ / A / ;  
 476. a/  $Z = 52$  ; b/ /  $\Omega$  / ;  
 477. a/  $Y = 0,019$  ; b/ / S / ;  
 478. a/  $X_L = 53,3$  ; b/ /  $\Omega$  / ;  
 479. a/  $L = 0,16$  ; b/ / H / ;  
 480. a/  $f_0 = 210$  ; b/ / Hz / ;  
 481.

e/ értelemszerűen;

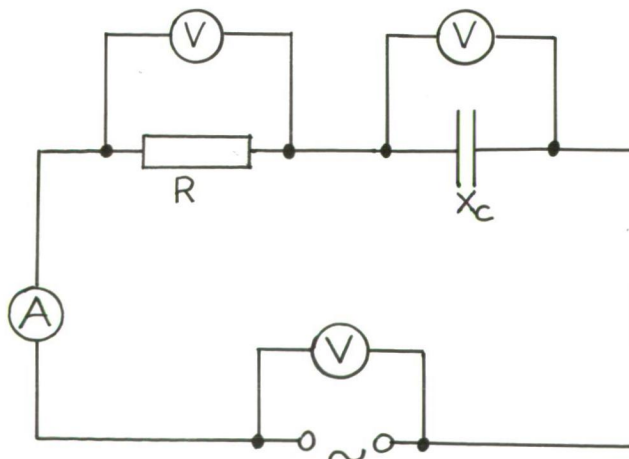
f/ értelemszerűen;



482.



483.



484. Feladat válaszáértékelése

- V2 Válaszod nem helyes! Térj vissza a kapcsoláshoz, gondold át és újra elemezd!
- V3 Válaszod helyes! Az ellenállás sorba van kötve az induktív ellenállással és az alkalmazott rajzjelek helyesek. Térj át a B pontra!
- V4 Válaszod nem helyes! Az impedancia nem egyenlő az ellenállás és az induktív ellenállás összegének négyzetgyökével. Az induktivitáson az áram  $90^\circ$ -ot késik a feszültséghez képest. Ezért az eredő feszültség és ellenállási vektorháromszöggel jellemezhető, melynek átfogóját, mint az impedanciát Pitagórasz tétellel számítjuk. Ennek ismeretében más választ keress!
- V5 Válaszod nem helyes! Az impedancia az ellenállás háromszög átfogója, s mint ilyen, nem a két befogó négyzetének különbsége, hanem a Pitagórasz tétel szerint kell számolni. Más választ keress!
- V6 Válaszod helyes! Az impedancia az ohmos és induktív ellenállások négyzetének, önmagából vont négyzetgyöke eredményeként határozható meg. Lépj a C pontra!
- V7 A kapott eredményed jó!

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{100^2 + 80^2} = \sqrt{16400} = 128 \Omega ;$$

- V8 A kapott eredményed nem jó! Valószínű, hogy a négyzetgyök számítás nem helyes.  $Z = \sqrt{16400} = 128 \Omega ;$

- V9 Az eredményed nem jó! Az impedancia számítási módja:

$$R = 100 \Omega ;$$

$$X_L = 80 \Omega ;$$

$$\begin{aligned} Z &= \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{100^2 + 80^2} = \sqrt{10000 + 6400} = \\ &= \sqrt{16400} = 128 \Omega ; \end{aligned}$$

485. Feladat válaszáértékelése

- V2 Válaszod nem helyes! Térj vissza a kapcsoláshoz, gondold végig és újra elemezd!
- V3 Válaszod helyes! Az ellenállás sorba van kötve a kapacitív ellenállással, és az alkalmazott rajzjelek helyesek. Térj át a B pontra!
- V4 Válaszod nem helyes! Az impedancia nem a két ellenállás négyzetének hányadosaként számítható. A kapacitáson az áram  $90^\circ$ -ot siet a feszültséghez képest, ezen az eredő feszültség az ellenállás vektor háromszögjellel jellemezhető, melynek az átfogója, mint impedancia szerepel. Térj vissza az A pontra!
- V5 Válaszod nem helyes! Az eredő ellenállás, mint impedancia, nem a két ellenállás összegeként szerepel. Az egyenáram összefüggésére gondoltál, és nem vetted figyelembe, hogy a kapacitív ellenállás a váltakozó áramú körben hogy viselkedik. Az áram siet  $90^\circ$ -ot a feszültséghez képest, ezért az eredő ellenállás vektorháromszöggel jellemezhető, melynek átfogója az impedancia. Térj vissza az A pontra!
- V6 Válaszod helyes! Az impedancia az ohmos és kapacitív ellenállások négyzetének összegéből vont négyzetgyök eredményeként határozható meg. Térj át a C pontra!

- V7 A kapott eredmény jó!

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{24\,400} = 156\Omega ;$$

- V8 Eredményed nem jó ! Egyszerű számítási hibát vétettél a tizedesvesszővel;

$$Z = \sqrt{24\,400} = 156\Omega ;$$

- V9 Eredményed nem helyes! Az impedancia kiszámítási módja:

$$R = 100\Omega ;$$

$$X_C = 120\Omega ;$$



$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{10000 + 14400} = \sqrt{24400} = 156\Omega ;$$

486. Feladat válaszáértékelése

- V2 Válaszod nem helyes! Ujból goldold át a kapcsolást és térj vissza az A pontra!
- V3 Válaszod helyes! Az ellenállás sorba van kötve az induktív és kapacitív ellenállással. Az alkalmazott rajzjelek helyesek. Térj át a B pontra!
- V4 Válaszod nem helyes! Az impedancia értékét nem úgy kapjuk meg, hogy egyszerűen összeadjuk az ellenállás értékek négyzetét és négyzetgyököt vonunk az összegből. A vektorháromszögben az induktív és kapacitív ellenállások vektorai ellentétes irányúak, ezért egymásból kivonódnak. Térj vissza a B pontra!
- V5 Válaszod nem helyes! A kapacitív és induktív ellenállások értékeit nem vetted figyelembe a kivonáshoz. Nem mindegy az előjelek miatt. Térj vissza a B pontra!
- V6 Válaszod helyes! Az impedanciát  $Z = \sqrt{R^2 + X_C - X_L / 2}$  képlettel lehet helyesen kiszámítani. Térj át a C pontra!
- V7 Válaszod helyes! A képlet behelyettesítve:  
$$Z = \sqrt{R^2 + X_C - X_L / 2} = \sqrt{10000 + 1600} = 107,7\Omega ;$$
Térj át a C pontra!
- V8 Válaszod nem helyes! A négyzetgyökvonást elvégezve nem kaphatunk ekkora értéket. A tizedesvesszőt nem tetted ki.
- V9 Az eredményed nem helyes! Az impedancia kiszámítási módja:  $R = 100\Omega ;$   
 $X_C = 120\Omega ;$   
 $X_L = 80\Omega ;$   
$$Z = \sqrt{R^2 + X_C - X_L / 2} = \sqrt{10000 + 1600} = 107,7\Omega ;$$

487. Feladat válaszáértékelése

- V2 Válaszod nem helyes! Ujból vizsgálđ meg a kapcsolást és térj vissza az A pontra!
- V3 Válaszod helyes! Az ellenállás párhuzamosan van kötve az induktív ellenállással. Az alkalmazott rajzjelek helyesek. Térj át a B pontra!
- V4 Válaszod nem helyes! Bizonyára nem vetted figyelembe a párhuzamos kapcsolásokra jellemző szabályokat, ahol a reciprokok értékek adódnak össze. Térj vissza a B pontra!
- V5 Válaszod nem helyes! A reciprokok értékek összegéből vont négyzetgyök nem az impedancia értékét fogja adni. Térj vissza a B pontra!
- V6 Válaszod helyes! A két vezetőképesség négyzetének összegéből vont négyzetgyök érték reciproka adja az impedanciát. Lépj a C pontra!
- V7 Válaszod helyes! Az impedancia kiszámítása:

$$Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_L^2}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{100^2} + \frac{1}{80^2}}} = \frac{1}{\sqrt{2,56 \cdot 10^{-4}}} =$$
$$= \frac{1}{0,016} = 62,5 \Omega ;$$

Térj át a D pontra!

- V8 Válaszod nem helyes! A tizedesvesszőt nem a megfelelő helyiérték mellé tetted ki. Lépj vissza a C pontra!
- V9 Válaszod nem helyes! Az impedancia kiszámítási módja:
- $R = 100 \Omega ;$
- $X_L = 80 \Omega ;$

$$Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_L^2}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{100^2} + \frac{1}{80^2}}} = \frac{1}{\sqrt{2,56 \cdot 10^{-4}}} =$$
$$= \frac{1}{0,016} = 62,5 \Omega ;$$

Számítsd ki a feladatot és lépj az E pontra!

- V10 Válaszod helyes! Mert a két vezetőképesség négyzetének összegéből vont négyzetgyök adja az admittanciát. Lépj át az E pontra!
- V11 Válaszod nem helyes! Mert az impedancia, mint lát-szólagos ellenállás, nem lehet egyenlő az eredő vezetéssel. Lépj vissza a D pontra!
- V12 Válaszod helyes! Mert az admittancia és az impedancia egymásnak reciprok értékei. Lépj át az E pontra!
- V13 Válaszod helyes! Mert  $Y = \frac{1}{Z}$  értéke ennek megfelelő.
- V14 Válaszod nem helyes! Mert a tizedesvesszőt nem a megfelelő helyre irtad. Lépj vissza az E pontra!
- V15 Válaszod nem helyes! Mert az admittancia kiszámítása az impedancia ismerete esetén:
- $$Y = \frac{1}{Z} = \frac{1}{62,5} = 0,016 \text{ S ;}$$
- Javítsd ki a feladatod!

#### 488. Feladat válaszéértékelése

- V2 Válaszod nem helyes! Ujból vizsgáljd meg a kapcsolást és térj vissza az A pontra!
- V3 Válaszod helyes! Az ellenállás párhuzamosan van bekötve az induktív ellenállással. Az alkalmazott rajzjelek helyesek. Térj át a B pontra!
- V4 Válaszod nem helyes! Azért, mert az összefüggés soros kapcsolásokra visz. Térj vissza a B pontra!
- V5 Válaszod nem helyes! A vezetések négyzetének összegéből vont négyzetgyök nem az impedanciát fogja adni. Térj vissza a B pontra!
- V6 Válaszod helyes! A két vezetőképesség négyzetének összegeiből vont négyzetgyök értékének reciproka adja az impedanciát. Térj át a C pontra!

V7 Válaszod helyes! Mert:

$$Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_C^2}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{100^2} + \frac{1}{120^2}}} = \frac{1}{\sqrt{16,9 \cdot 10^{-5}}} =$$
$$= \frac{1}{0,013} = 76,9 \Omega ;$$

Térj át a D pontra!

V8 Válaszod nem helyes! A tizedesvessző nem a megfelelő helyiértéknél van. Lépj vissza a C pontra!

V9 Válaszod nem helyes! Az impedancia kiszámítási módja :  $R = 100 \Omega ;$   
 $X_C = 120 \Omega ;$

$$Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_C^2}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{100^2} + \frac{1}{120^2}}} = \frac{1}{\sqrt{16,9 \cdot 10^{-5}}} =$$
$$= \frac{1}{0,013} = 76,9 \Omega ;$$

Javítsd ki a feladatot és lépj az E pontra!

V10 Válaszod helyes! Mert a két vezetőképesség négyzetének összegéből vont négyzetgyök adja az admittanciát. Lépj az E pontra!

V11 Válaszod nem helyes! Gondolj arra, hogy a vezetés az ellenállás reciproka. Lépj vissza a D pontra!

V12 Válaszod helyes! Az admittancia és az impedancia egymásnak reciprokai. Lépj az E pontra!

V13 Válaszod helyes! Mert:

$$Y = \frac{1}{Z} = \frac{1}{76,92} = 0,013 \text{ S};$$

V14 Válaszod nem helyes! Tizedesvesszőt tévesztettél.

V15 Válaszod nem helyes! Az admittanciát ugyanis

$$Y = \frac{1}{Z} = \frac{1}{76,92} = 0,013 \text{ S} \text{ módon oldjuk meg.}$$



489. Feladat válaszáértékelése

- V2 Válaszod nem helyes! Ujból vizsgáld meg a kapcsolást és térj vissza az A pontra!
- V3 Válaszod helyes! Az ellenállás párhuzamosan van kötve a kapacitív és induktív reaktanciákkal. Az alkalmazott rajzjelek helyesek. Térj át a B pontra!
- V4 Válaszod nem helyes! Párhuzamos kapcsolásoknál az ellenállások nem egyszerűen csak összeadódnak. Ezek reciprok értékeivel kell meghatározni. Térj vissza a B pontra!
- V5 Válaszod nem helyes! Nem vetted figyelembe, hogy a kapacitív és induktív vezetés különbségével kell számolni, valamint azt, hogy ez az admittanciára igaz. Térj vissza a B pontra!
- V6 Válaszod helyes! Eljutottál a helyes megoldáshoz. Térj át a C pontra!
- V7 Válaszod helyes! Mert:

$$Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_C^2} - \frac{1}{X_L^2}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{100^2} + \frac{1}{120^2} - \frac{1}{80^2}}} =$$
$$= \frac{1}{\sqrt{1,17 \cdot 10^{-4}}} = \frac{1}{0,0108} = 92,59 \Omega ;$$

Térj át a D pontra!

- V8 Válaszod nem helyes! A számításnál tizedesvesszőt tévesztettél. Számold újra!
- V9 Válaszod nem helyes! Az impedancia kiszámítási módja:
- $$R = 100 \Omega$$
- $$X_C = 120 \Omega$$
- $$X_L = 80 \Omega$$



$$Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_C^2} - \frac{1}{X_L^2}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{100^2} + \frac{1}{120^2} - \frac{1}{80^2}}} =$$

$$= \frac{1}{\sqrt{1,17 \cdot 10^{-4}}} = \frac{1}{0,0108} = 92,59 \Omega ;$$

Javítsd ki a feladatot és lépj az E pontra!

V10 Válaszod helyes! A vezetések négyzetgyök összegeiből vont négyzetgyök adja az admittanciát.

Lépj az E pontra!

V11 Válaszod nem helyes! Az admittancia nem lehet egyenlő az impedanciával. Lépj a D pontra!

V12 Válaszod helyes! Az admittancia és az impedancia egymásnak reciprok értékei. Lépj az E pontra!

V13 Válaszod helyes! Mert:

$$Y = \frac{1}{Z} = \frac{1}{92,59} = 0,0108 \text{ S};$$

V14 Válaszod nem helyes! Tizedesvesszőt tévesztettél.

V15 Válaszod nem helyes! Az admittanciát ugyanis

$$Y = \frac{1}{Z} = \frac{1}{92,59} = 0,0108 \text{ S} \text{ módon számítjuk ki.}$$

#### 490. Feladat válaszéértékelése

V2 Válaszod nem helyes! Újból vizsgálj meg a kapcsolást és térj vissza az A pontra!

V3 Válaszod helyes! Az ellenállás és tekercs, valamint a kapacitás sorba van kötve. Az alkalmazott rajzjelek helyesek. Térj át a B pontra!

V4 Válaszod helyes! Az áramerősség a feszültség és impedancia hányadosa. Térj át a C pontra!

V5 Válaszod nem helyes! Az egyes ellenállások vektoriálisan adódnak össze. Térj vissza a B pontra!

V6 Válaszod nem helyes! Az áramerősség Ohm törvénye alapján a tápláló feszültség és az egyes ellenállások

eredőjének, az impedanciának a hányadosa. Térj vissza a B pontra!

V7 Válaszod helyes! Mert az áramerősség:

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{220}{107,7} = 2,04 \text{ A} ;$$

Térj át a D pontra!

V8 Válaszod nem helyes! A tizedesvesszőt nem a megfelelő helyiérték mellé irtad. Térj vissza a C pontra!

V9 Válaszod nem helyes! Mert az áramerősség kiszámítása

Ohm törvénye alapján:  $I = \frac{U}{Z} = \frac{220}{107,7} = 2,04 \text{ A}$

Számold ki és térj vissza a D pontra!

V10 Válaszod helyes! Mert Ohm törvénye szerint határozta meg. Térj át az E pontra!

V11 Válaszod nem helyes! A feszültség nem az áramerősség és az ellenállás hányadosa, hanem a szorzata. Térj vissza a D pontra!

V12 Eredményed helyes! Mert:

$$U = I \cdot R = 2,04 \text{ A} \cdot 100 = 204 \text{ V}$$

Térj át az F pontra!

V13 Eredményed nem helyes! Bizonyára nem Ohm törvénye szerint számoltál.  $U = I \cdot R$

Végezd el a számítást és térj át az F pontra!

V14 Vizsgálatod helyes! Szintén Ohm törvénye szerint

$$U = I \cdot X_L \quad \text{Térj át a G pontra!}$$

V15 Vizsgálatod nem helyes! Az áramerősség és induktív reaktancia hányadosa nem a feszültséget adja.

Térj vissza az F pontra!

V16 Eredményed jó! Mert:  $U = I \cdot X_L = 2,04 \cdot 80 = 163,2 \text{ V}$   
Lépj a H pontra!

V17 Eredményed nem jó! A tizedesvesszőt nem a megfelelő helyre tetted. Lépj vissza az F pontra!

- V18 Eredményed nem jó! A feszültség kiszámításának módja:  $U = I \cdot X_L = 2,04 \cdot 80 = 163,2 \text{ V}$   
Végezd el a számítást és lépj a H pontra!
- V19 Vizsgálatod jó! Mert Ohm törvénye szerint:  
 $U = I \cdot X_C$  Térj át a J pontra!
- V20 Vizsgálatod nem jó! Mert a feszültség nem az áram és ellenállás hányadosa, hanem szorzataként számolható. Térj vissza a H pontra!
- V21 Vizsgálatod nem jó! A feszültség, az ellenállás és az áramerősség szorzata. Négyzetgyökvonás felesleges. Térj vissza a H pontra!
- V22 Számításod helyes! Mert  $U = I \cdot X_C = 2,04 \cdot 120 = 244,8 \text{ V}$   
Lépj tovább a K pontra!
- V23 Számításod hibás! A tizedesvesszőt nem a megfelelő helyiérték mellé tetted. Javítsd ki. Térj vissza a J pontra!
- V24 Számításod nem jó! A feszültség kiszámítására  
 $U = I \cdot X_C = 2,04 \cdot 120 = 244,8 \text{ V}$   
Végezd el a számítást és térj át a K pontra!
- V25 Vizsgálatod jó! Az eredő feszültséget így lehet meghatározni. Lépj tovább az L pontra!
- V26 Vizsgálatod jó! A négyzetgyök alatti képlet az impedanciát adja. Lépj tovább az L pontra!
- V27 Vizsgálatod nem jó! Az ellenállások vektorosan számithatók. Lépj vissza a K pontra!
- V28 Számításod jó! Mert:  
$$U = \sqrt{U_R^2 + /U_C - U_L/ ^2} = \sqrt{204^2 + /244,8 - 163,2/ ^2} = 219,71 \approx 220 \text{ V}$$
- V29 Számításod nem jó! Bizonyára nem jól végezted el a kivonást. Térj vissza az L pontra!
- V30 Számításod nem helyes! Az  $U = \sqrt{U_R^2 + /U_C - U_L/ ^2}$   
Térj vissza az L pontra!

491. Feladat válaszáértékelése

- V2 Válaszod nem helyes! Ujból vizsgáljd meg a kapcsolást és térj vissza az A pontra!
- V3 Válaszod helyes! Az ellenállás, a tekercs valamint a kapacitás párhuzamosan van kötve. Az alkalmazott rajzjelek helyesek. Térj át a B pontra!
- V4 Válaszod helyes! Az áramerősség, a feszültség és az impedancia hányadosa. Térj át a C pontra!
- V5 Válaszod nem helyes! Az impedancia nem az egyes ellenállások összege. Térj vissza a B pontra!
- V6 Válaszod nem helyes! Az áramerősség Ohm törvénye alapján a tápláló feszültség és az egyes ellenállások eredőjének, az impedanciának a hányadosa. Térj vissza a B pontra!
- V7 Válaszod helyes! Mert az áramerősség:
- $$I = \frac{U}{Z} = \frac{220}{92,59} = 2,37 \text{ A}$$
- Térj át a D pontra!
- V8 Válaszod nem helyes! A tizedesvessző nem a megfelelő helyen van. Térj vissza a C pontra!
- V9 Válaszod nem helyes! Az áramerősség kiszámítása:
- $$I = \frac{U}{Z} = \frac{220}{92,59} = 2,37 \text{ A}$$
- Számold ki és lépj át a D pontra!
- V10 Válaszod helyes! Mert Ohm törvénye szerint határoztad meg. Térj át az E pontra!
- V11 Válaszod nem helyes! Mert az áramerősség, a feszültség és az ellenállás hányadosa. Térj vissza a D pontra!
- V12 Eredményed helyes! Mert:
- $$I = \frac{U}{R} = \frac{220}{100} = 2,2 \text{ A}$$
- Térj át az F pontra!



V13 Eredményed nem helyes! Nem Ohm törvénye szerint számoltál.

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220}{100} = 2,2 \text{ A}$$

Számold ki és lépj az F pontra!

V14 Vizsgálatod helyes! Mert Ohm törvénye szerint:

$$I_L = \frac{U}{X_L} \quad \text{Térj át a G pontra!}$$

V15 Vizsgálatod nem helyes! Mert az áram nem a feszültség és az ellenállás szorzata. Térj vissza a F pontra!

V16 Eredményed jó! Mert:

$$I_L = \frac{U}{X_L} = \frac{220}{80} = 2,75 \text{ A} \quad \text{Térj vissza a H pontra!}$$

V17 Eredményed nem jó! A tizedesvesszőt nem a megfelelő helyre tetted. Térj vissza az F pontra!

V18 Eredményed nem jó! Az áramerősség kiszámításának módja:

$$I = \frac{U}{X_L} = \frac{220}{80} = 2,75 \text{ A}$$

Számold ki és térj vissza a H pontra!

V19 Vizsgálatod jó! Mert Ohm törvénye szerint:

$$I = \frac{U}{X_C} \quad \text{Lépj át az I pontra!}$$

V20 Vizsgálatod nem jó! Az áramerősség nem a feszültség és ellenállás szorzata, hanem hányadosa.

Lépj vissza a H pontra!

V21 Vizsgálatod nem jó! Az áramerősség Ohm törvénye szerint a feszültség és az ellenállás hányadosa.

Lépj vissza a H pontra!

V22 Számításod jó! Mert:

$$I = \frac{U}{X_C} = \frac{220 \text{ V}}{120} = 1,8 \text{ A} \quad \text{Lépj tovább a K pontra!}$$



- V23 Számításod hibás! A tizedesvessző nem a megfelelő helyen van. Térj vissza a J pontra!
- V24 Számításod nem jó! Az áramerősség kiszámítása:  
$$I = \frac{U}{X_C} = \frac{220}{120} = 1,8 \text{ A}$$
  
Számold ki és lépj a K pontra!
- V25 Vizsgálatod jó! Az eredő áramerősséget így lehet meghatározni vektorosan. Lépj a L pontra!
- V26 Vizsgálatod nem jó! Mert a feszültség és az impedancia hányadosa az áram. Lépj a L pontra!
- V27 Vizsgálatod nem helyes! Ohm törvénye szerint az áram a feszültség és ellenállás hányadosa. Térj vissza a K pontra!
- V28 Számításod jó ! Az eredő áramerősséget ugyanis a következőképpen is ki lehet számítani:  
$$I = \sqrt{I_R^2 + /I_L - I_C/ ^2} = \sqrt{5,29 + 0,90} = 2,4 \text{ A} \approx 2,37 \text{ A}$$
- 429 Számításod nem jó! A tizedesvessző nem a megfelelő helyen van. Térj vissza az L pontra!
- V30 Számításod nem jó! Az áramerősséget a következőképpen számítjuk ki:  
$$I = \sqrt{I_R^2 + /I_L - I_C/ ^2} = \sqrt{5,29 + 0,90} = 2,4 \text{ A} \approx 2,37 \text{ A}$$
  
Végezd el a számítást!

#### 492. Feladat válaszéértékelése

- V2 Válaszod nem helyes! Ujból vizsgáld meg a kapcsolást és térj vissza az A pontra!
- V3 Válaszod helyes! Az alkatrészek sorba vannak kötve. Térj át a B pontra!
- V4 Válaszod nem helyes! Vizsgáld meg újra az induktív és kapacitív ellenállás értékeit. Térj vissza a B pontra!

- V5 Válaszod helyes! Az adatok nem felelnek meg a rezonancia feltételnek, ezért az  $X_C$ -t vagy  $X_L$ -t változtatni kell. Térj át a C pontra!
- V6 Válaszod helyes! A rezonancia feltétele az induktív és kapacitív ellenállás értékének megegyezése. Térj át a D pontra!
- V7 Válaszod nem helyes! A rezonancia nem az egyes ellenállások összegéből adódik. Térj vissza a C pontra!
- V8 Válaszod nem helyes! A rezonancia feltétel soha nem adódhat a részellenállás négyzetének gyökéből. Térj vissza a C pontra!
- V9 Eredményed jó! Mert  $X_C = 120\Omega$ , akkor az  $X_L$ -nek is  $120\Omega$ -nak kell lenni. Térj át az E pontra!
- V10 Eredményed nem jó! Mert nem  $X_C - X_L$  a helyes megoldás, hanem  $X_L$ -t kell megfelelően változtatni. Térj vissza a D pontra!
- V11 Vizsgálatod helyes! Ezzel a képlettel lehet az induktivitást kiszámítani. Térj át az F pontra!
- V12 Vizsgálatod nem helyes! Az induktivitás nem egyenesen arányos az induktív ellenállással és a körfrekvenciával. Ezek hányadosával kell számolni. Térj vissza az E pontra!
- V13 Vizsgálatod nem jó! Gondolj az  $X_L = \omega \cdot L$  képletre. A körfrekvenciában  $= 2\pi$  érték is szerepel. Térj vissza az E pontra!
- V14 Számításod jó! Mert:
- $$X = \frac{X_L}{\omega} = \frac{120}{314} = 0,38 \text{ H}$$
- Térj át a G pontra!
- V15 Számításod hibás! Végezd el az osztást újra. Térj vissza az F pontra!

V16 Számításod nem jó! Az induktivitás kiszámítása:

$$L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{120}{314} =$$

Végezd el az osztást és térj át a G pontra!

V17 Vizsgálatod helyes! Mert a kapacitás  $C = \frac{1}{\omega \cdot X_C}$  képlettel határozható meg.

Térj át a H pontra!

V18 Vizsgálatod nem jó! Mert a kapacitás nemcsak a körfrekvencia és a kapacitív ellenállás szorzata, hanem ezek reciprokok értéke. Végezd el és térj át a H pontra!

V19 Vizsgálatod nem jó! A kapacitást nem lehet meghatározni a kapacitív reaktancia és a körfrekvencia hányadosaként. Térj vissza a G pontra!

V20 Számításod helyes! Mert:

$$C = \frac{1}{\omega \cdot X_C} = \frac{1}{2\pi \cdot 120 \cdot 50} = 26,5 \mu F$$

Térj át J pontra!

V21 Számításod hibás! Az osztást végezd el újra!

Térj vissza a H pontra!

V22 Számításod hibás! A kapacitást  $C = \frac{1}{\omega \cdot X_C} = \frac{1}{2\pi \cdot 120 \cdot 50}$  képlettel lehet kiszámítani! Végezd el és lépj át a J pontra!

V23 Vizsgálatod helyes! A rezonancia frekvenciát Thomson képlettel lehet meghatározni. Térj át a K pontra!

V24 Vizsgálatod nem helyes! Így a periódusidőt lehet meghatározni. Ennek reciproka a frekvencia.

Térj vissza a J pontra!

V25 Vizsgálatod nem jó! A gyök alatti érték nem megfelelő. Nem az ellenállás szorzatával kell számolni.

Térj vissza a J pontra!

V26 Válaszod helyes! A rezonancia frekvencia értéke:

$$f_o = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} = \frac{1}{6,28 \cdot \sqrt{0,38 \text{ H} \cdot 26,5 \mu\text{F}}} = 50,6 \text{ Hz}$$

V27 Válaszod nem helyes! Bizonyára eltévesztetted a számítást. Térj vissza a K pontra!

V28 Válaszod nem jó! A rezonancia frekvencia kiszámítása:

$$\begin{aligned} f_o &= \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} = \frac{1}{6,28 \cdot \sqrt{0,38 \cdot 26,5 \cdot 10^{-6} \text{ F}}} = \\ &= \frac{1}{6,28 \cdot 3,17 \cdot 10^{-3}} = \end{aligned}$$

Végezd el a számítást és térj át a K pontra!

V29 Válaszod helyes! A rezonancia frekvencia értékénél az impedancia az ohmos ellenállással egyenlő.

V30 Válaszod nem helyes! Az impedancia nem egyenlő a részellenállásnak négyzetösszegének négyzetgyökével. Térj vissza az L pontra!

V31 Válaszod helyes! A gyök alatti feladatot elvégezve és gyököt vonva az ohmos ellenállást kapjuk, mely a rezonancián az impedanciával megegyezik.





5.4. A T E M A T I K U S E G Y S É G I R Á S É S  
D I A V E T I T Ő A N Y A G Á N A K  
S Z Ö V E G K Ö N Y V E

## 1. Írásvetítő transzparenszek szövegekönyve

IT-62 A váltakozó feszültségre sorosan kapcsolt ellenállás és induktivitás vázlata látható az ábrán. Minthogy a két elemet sorba kapcsoltuk, ezért az  $I$  áramerősség az ellenálláson  $U_R$  Ohmos feszültségesést, az induktivitáson pedig  $U_L$  induktív feszültségesést létesít. Ezek ismeretében megszerkeszthető az eredő feszültség, figyelembe véve, hogy az áram az indukciós tekercsen hozzá képest  $90^\circ$ -kal siető feszültséget hoz létre. A vektorokat léptékhelyesen ábrázolva, a szerkesztés végeredményeként megkapjuk az eredő feszültség nagyságát és az árammal bezárt  $\varphi$  fázisszöget. Ha a vektorháromszög minden egyes oldalát  $I$ -vel elosztjuk, akkor a hánypados ellenállás jellegű és felfogható úgy, mint az Ohmos ellenállás és a látszólagos ellenállás vektoros eredője, melyet eredő látszólagos ellenállásnak, idegen szóval impedanciának nevezünk és  $Z$  betűvel jelölünk. Az impedancia tehát egyrészt az eredő feszültség és eredő áram nagyságának hányadosa, másrészt az Ohmos és reaktáns kapcsolási elemek vektoros eredője, azaz a vektorábrában olyan derékszögű háromszög átfogója, melynek egyik befogója az Ohmos ellenállás, a másik pedig az induktív reaktancia. Az impedancia ebből a háromszögből Pithagórasz tételével határozható meg.

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} \quad \Omega$$

Minthogy a feszültségekre és az ellenállásokra rajzolt háromszögek hasonlóak, az áram és feszültség közötti fázisszög ugyanakkora, mint amekkora az impedanciaháromszögben az Ohmos ellenállás és az impedancia közötti szög. Ezért értéke bármelyik két ismert oldallal meghatározható. Ezek ismeretében a  $\varphi$  szög tangense:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{X_L}{R}$$

IT-63 A váltakozó feszültségre sorosan kapcsolt ellenállás és kapacitás kapcsolási vázlata látható az ábrán. A soros kapcsolásnak megfelelően az I áramerősség az R ellenálláson  $U_R$  Ohmos feszültségesést, a kapacitáson pedig  $U_C$  kapacitív feszültségesést létesít. Minthogy a két sorbakapcsolt elemen ugyanaz az áram folyik, ezért az ellenálláson vele fázisban levő  $U_R$  feszültségesés keletkezik. A kapacitáson viszont az  $U_C$  feszültségesés az Ohmhoz képest  $90^\circ$ -os késésben van. Az eredő feszültséget megszerkesztve eredményként megállapítható, hogy a feszültség az áramhoz képest késik, mégpedig valamilyen  $0$  és  $90^\circ$  közé eső szöggel. A vektorokból alkotott feszültségháromszög mindhárom oldalát a közös I árammal osztva hányadosként Ohmos ellenállást, kapacitív reaktanciát és eredőként az impedanciát kapjuk. Az impedancia háromszögből meghatározható az impedancia nagysága,

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} \text{ } / \Omega \text{ }, \text{ valamint a fáziseltolás szöge: } \operatorname{tg} \varphi = \frac{X_C}{R}$$

IT-64 A sorosan kapcsolt ellenállásból, induktivitásból és kapacitásból alkotott villamos körkapcsolási rajza látható. A kör vizsgálata alkalmazott módszer semmiben sem tér el az előbbi körök vizsgálatainak módszerétől. Mindenekelőtt megrajzoljuk a kör részfeszültségeséseit, és az eredő feszültség pillanatértékét leíró görbéket. Az Ohmos ellenálláson ez az áram ismét vele fázisban lévő  $U_R$  feszültségesést hoz létre. Az induktivitáson átfolyó áram hatására olyan  $U_L$  feszültségesés keletkezik, amely az áramhoz képest  $90^\circ$ -kal. Az eredő feszültséggörbéjét ismét a három összetevő görbe azonos időponthoz tartozó értékeinek összegezésével kapjuk. Az eredő feszültség fáziseltolása azonban attól függően, hogy az induktív vagy a kapacitív feszültségesés a nagyobb, lehet pozitív, de lehet negatív is. Mivel az áramhoz képest a kapacitív feszültségesés késik, az induktív pedig  $90^\circ$ -kal, a kapacitív és az induktív feszültségesés egymással ellenfázisban van. Szélső esetben elképzelhető az is, hogy a két feszültség egymással egyenlő, s ilyenkor eredőjük zérus. Mindhárom elemen ugyanaz az áram folyik keresztül, ezért a kör közös áramából indulhatunk ki. Ez az áram az Ohmos ellenálláson a vele fázisban lévő  $U_R$  feszültségesést létesíti. Az áram hatására az induktivitáson olyan feszültségesés keletkezik, mely az áramot megelőzi, a



kapacitáson pedig olyan, mely az áram mögött késik  $90^0$ -kal. Az eredő feszültség a három feszültségesés eredőjeként adódó  $U$  feszültség. Ha az eredő feszültség siet az áramhoz képest, azt mondjuk, hogy a kör induktív jellegű, ha pedig az eredő feszültség késik az áramhoz képest, azt mondjuk, hogy a kör kapacitív jellegű.

Az impedancia a vektor rajzából kiszámítható. Az ábrán megfigyelhető, hogy újra derékszögű háromszög keletkezik, melynek egyik befogója az Ohmos ellenállás, másik befogója pedig az induktív és kapacitív reaktancia különbsége. A háromszög átfogóját képező  $Z$  impedancia így ismét Pithagórasz tételével számítható:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad / \Omega /$$

Az áram és feszültség közötti  $\varphi$  fázisszög hasonló háromszögekről lévén szó - ebben a háromszögben is jelentkezik, és abban az esetben, ha az ellenállás és a reaktanciák ismertek, szokásos módon, tangens összefüggéssel számítható:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{X_L - X_C}{R}$$



IT-65 a./ Az ábra a rezonancia feltételt és a rezonancia frekvencia és periódusidő kiszámítási módját ábrázolja.

A rezonancia feltétel  $X_L = X_C$ , azaz

$$\omega \cdot L = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

$$\omega^2 / L \cdot C / = 1$$

$$\omega^2 = \frac{1}{L \cdot C}$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$$

Mivel  $\omega$  = körfrekvencia =  $2 \cdot \pi \cdot f$ , ahol "f" a rezonancia frekvencia =  $f_0$

Ezért:

$$2\pi \cdot f_0 = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} \rightarrow f_0 = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} \quad / \text{ Hz } /$$

Ezt az összefüggést Thomson képletnek nevezzük.

b./ A periódusidő kiszámítása

$$T = \frac{1}{f} \quad T = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} = 2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C} \quad / \frac{1}{\text{sec}} /$$

IT-66 Vizsgáljuk meg kissé részletesebben a rezonancia esetén fellépő viszonyokat. A vektorábrából megállapítottuk, hogy rezonancia esetén:

$$U_L = U_C$$

Helyettesítsük be ebbe a kifejezésbe az Ohm törvényből a reaktanciákat és a közös áramot:

$$IX_L = IX_C$$

A közös árammal egyszerűsíthetünk, így a rezonancia feltételeként az adódik, hogy a kapacitív és induktív reaktanciák egymással egyenlőek:

$$X_L = X_C$$

Vizsgáljuk meg most az impedanciára kapott kifejezést. Kitűnik, hogy rezonancia esetében az eredő impedancia a kör Ohmos ellenállásával egyenlő, mint ahogyan azt az előbbiekben, a vektorábra alapján is megállapítottuk:

$$Z = R$$

A kör áramát az eddigiek szerint az eredő feszültség és az impedancia hányadosa szolgáltatja:

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{R}$$

Abban az esetben, ha a kört állandó feszültségű áramforrás táplálja, azt tapasztaljuk, hogy a kör árama rezonancia esetében éri el a legnagyobb értékét. Minden más esetben az impedancia nagyobb, és így az áramnak kisebbnek kell lennie. Azt mondhatjuk, hogy

rezonancia esetében a kör áramát kizárólag az Ohmos ellenállás korlátozza. Ha a kapcsolásban a kapacitást vagy az induktivitást változtathatóvá tesszük, a rezonanciát méréssel is kimutathatjuk. Az áramkörbe beiktatunk egy árammérő műszert és változtatjuk a kapacitást, vagy az induktivitás értékét. Amikor az áram eléri a legnagyobb értéket, akkor állítottuk be a rezonanciát. Az áram hatására a kapacitáson, illetve az induktivitáson keletkező feszültség az eddigiek szerint:

$$U_C = I \cdot X_C \quad \text{ill.} \quad U_L = I \cdot X_L$$

Mínthogy rezonancia esetén az áram legnagyobb értékét éri el, a kapacitáson és az induktivitáson keletkező feszültségesések is a legnagyobbak. A rezonanciát tehát úgy is kimutathatjuk, hogy akár a kapacitásra, akár az induktivitásra voltmérőt kapcsolunk, és keressük azt az állapotot, amikor a voltmérő a legnagyobb feszültséget mutatja. Minthogy rezonanciában a kapacitáson és az induktivitáson megjelenő feszültség a legnagyobb, a soros kör rezonanciáját feszültségrezonanciának is nevezzük. A kör áramát rezonanciában csak az Ohmos ellenállás korlátozza. Emiatt kis Ohmos ellenállás esetén, a rezonancia állapotában igen nagy áram léphet fel.

IT-67 a./ Az ábra a váltakozó feszültségre kapcsolt ellenállás és induktivitás párhuzamos kapcsolását mutatja.

$I_L$  = induktivitáson átfolyó áram,

$I_R$  = ellenálláson átfolyó áram,

$I$  = főágban folyó áram.

b./ Az eredő áramerősséget áramháromszögben ábrázoljuk. Az  $I_R$ -hez képest  $I_L$   $90^\circ$ -ot késik.

Az eredő áram Pithagórasz szerint:

$$I = \sqrt{I_R^2 + I_L^2} \quad / \text{ A } /$$

c./ Az Ohmos ellenálláson átfolyó áram és az eredő áramerősség közötti  $\varphi$  szög tangense az induktív áram és Ohmos ellenálláson átfolyó áram hányadosaként értelmezhető.

d./ Az eredő ellenállás Ohm törvénye szerint:

$$Z = \frac{U}{I} \quad / \Omega /$$

IT-68 a./ Az ábrán az ellenállás, kondenzátor váltakozó feszültségre kapcsolt párhuzamos kapcsolása látható. Az ellenálláson  $I_R$  áramerősség, a kondenzátoron  $I_C$  áramerősség folyik keresztül. A főág árama az  $I$ .

b./ Eredő áramerősség meghatározása.

Az eredő áramerősséget vektorháromszöggel ábrázoljuk. A feszültséghez képest az Ohmos ellenálláson átfolyó áram azonos fázisban van, a kapacitív ellenálláson átfolyó áram viszont  $90^\circ$ -ot siet.

$$\text{Az eredő áramerősség: } I = \sqrt{I_R^2 + I_C^2}$$

Az eredő ellenállást, másnéven az impedanciát a feszültség és az eredő áramerősség adja:

$$Z = \frac{U}{I} \quad / \Omega /$$

Az eredő vezetést vagy admittanciát az impedancia reciprokaként határozzuk meg.

c./ A fázisszög tangensét a kapacitív és Ohmos ellenállások áramainak hányadosa adja:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{I_C}{I_R}$$



IT-69 a./ Az ábrán a váltakozó feszültségre kapcsolt ellenállás, tekercs és kondenzátor párhuzamos kapcsolása látható.

$I_R$  = ellenálláson átfolyó áram,

$I_L$  = tekercsen átfolyó áram,

$I_C$  = kondenzátoron átfolyó áram,

$I$  = főágban folyó áram.

b./ Eredő áramerősség számítása

Az eredő áramerősséget Pithagórasz tétellel számítjuk ki a vektorháromszög adataiból.

$I_L - I_C$  = induktív és kapacitív áramok különbsége  
mely  $90^\circ$ -os fázisban van a feszültséghez képest.

$I_R$  = ellenálláson átfolyó áram, azonos fázisban van a feszültséggel

Az eredő áram :  $I = \sqrt{I_R^2 + (I_L - I_C)^2}$  / A /

c./ Eredő ellenállás számítása:

Az eredő ellenállás vagy impedancia Ohm törvénye szerint a feszültség és az eredő áram hányadosa:

$$Z = \frac{U}{I} \quad / \Omega /$$

d./ Fázisszög meghatározása

A fázisszög tangense az  $I_L - I_C$  és az  $I_R$  hányadosaként számítható:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{I_L - I_C}{I_R}$$

## 2. Diavetítő ábrák szövegkönyve

DA-22 A képen látható villamosműszer univerzális jellegű. Használhatjuk egyen- valamint váltakozó feszültség és áram mérésére, és ellenállás érték meghatározására. A mérőműszer kapcsolója egyuttal a méréshatár értékét is meghatározza. A műszer jelenleg 50 V-on áll. A méréshatár mellett lényeges a skálaterjedelem meghatározása, amely a mérőműszer skálájának utolsó irt osztása. Arra mindig vigyázzunk, hogy a mérési módnak a megfelelő skálát nézzük. Ezt a mérőműszeren jelzik szinnel, vagy a mérendő mennyiség mértékegységével. A mérőműszereknél ez az érték 100. A műszerállandó a méréshatár és a skálaterjedelem hányadosa. Elvégezve az osztást:  $K = \frac{50}{100} = 0,5$ . A mért értéket úgy kapjuk meg, hogy a mutató kitérését  $\alpha$  szorozzuk a műszerállandó értékével.

Például, ha a műszer  $\alpha = 30^\circ$ -ot mutat

$$U = \alpha \cdot K = 30^\circ \cdot 0,5 = 15 \text{ V}$$

A mérést ismeretlen nagyságú érték esetén mindig a legnagyobb méréshatárral kell kezdeni.

DA-25 A diaábrán egy multiméter fényképfelvétele látható. A műszer 9 V belső telepről működik, ami üzembehelyezéskor a műszer hátsó részében helyezhető el. A műszer oldalán levő piros gombbal lehet a mérőműszert bekapcsolni. A fekete gombok a mérési mód illetve a méréshatár kiválasztását szolgálják a feliratoknak megfelelően. A mérőműszer kijelzése 7 szegmenses folyadékkristályos kijelzővel történik. A mérési eredményt közvetlenül olvashatjuk le a mérőműszerről.

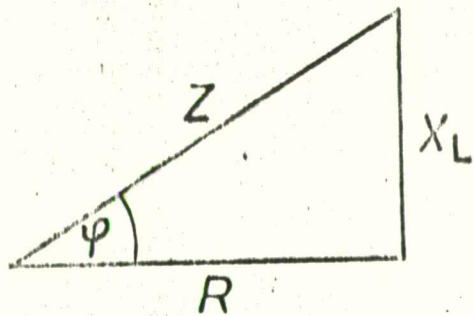
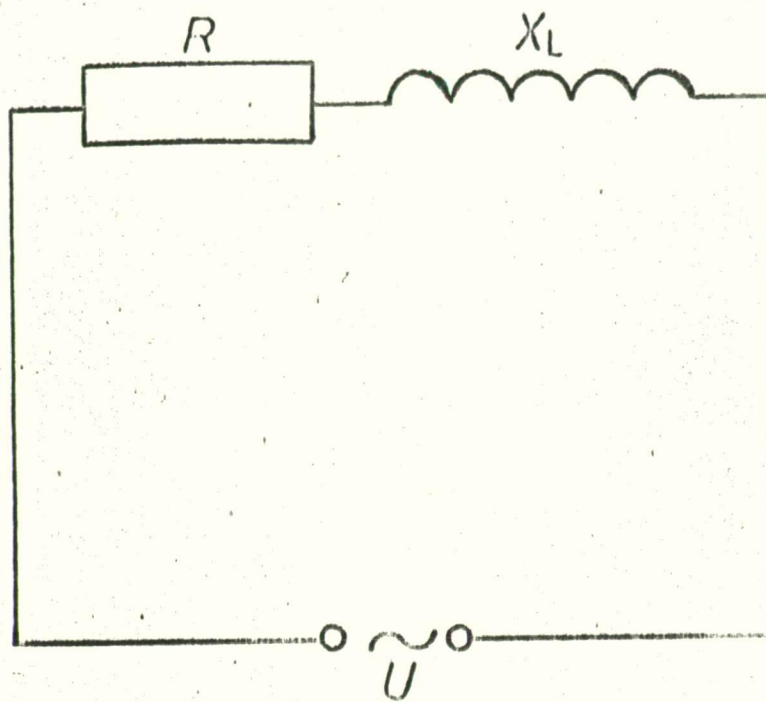
DA-26

DA-27

DA-28 A képen a mérőpanelek fényképfelvétele látható.

DA-40 A diaképen az MM-5 jelű univerzális hullámforma generátor és tápegység fényképfelvétele látható.  
/Részletes ismertetés: lásd műszerkönyv/

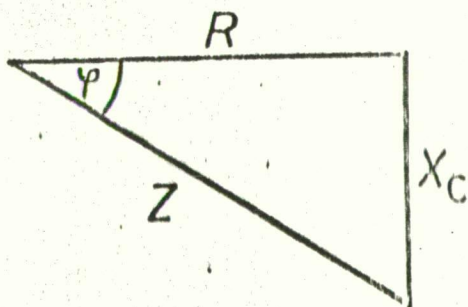
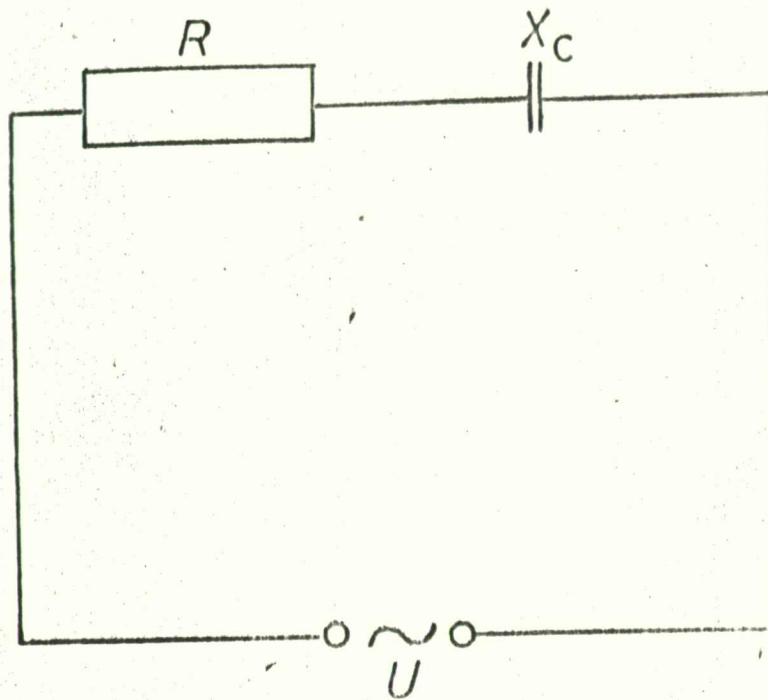
DA-41 Teljesítménytényező mérő felvétele / Részletes ismertetés: lásd műszerkönyv/



$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{X_L}{R}$$

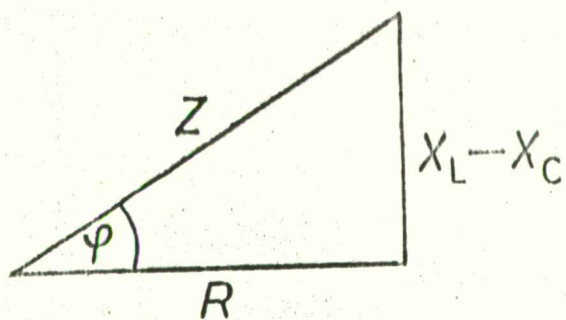
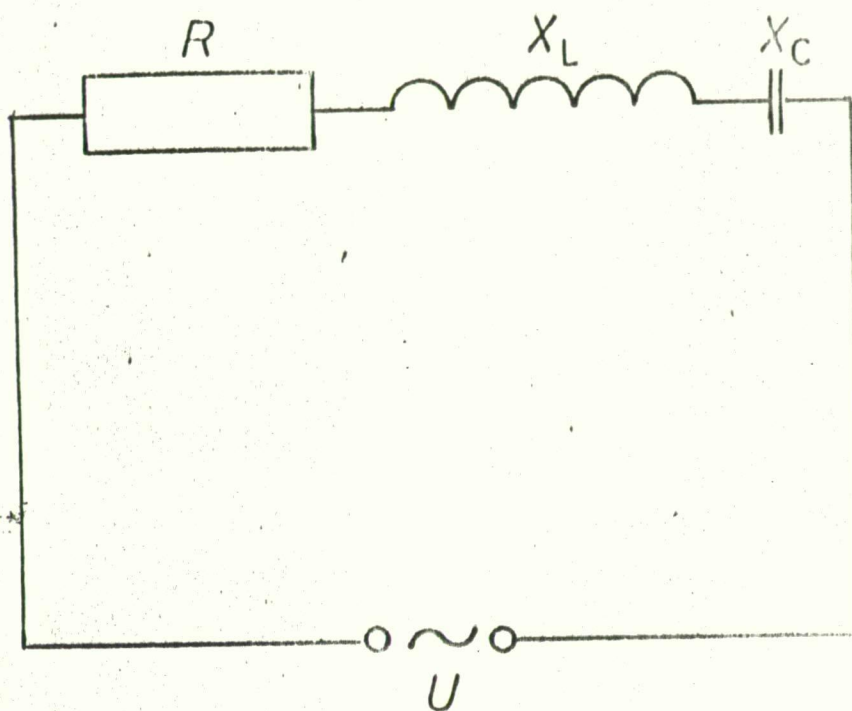
IT-62



$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{X_C}{R}$$





$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{X_L - X_C}{R}$$

$X_L = X_C$  a rezonancia feltétele

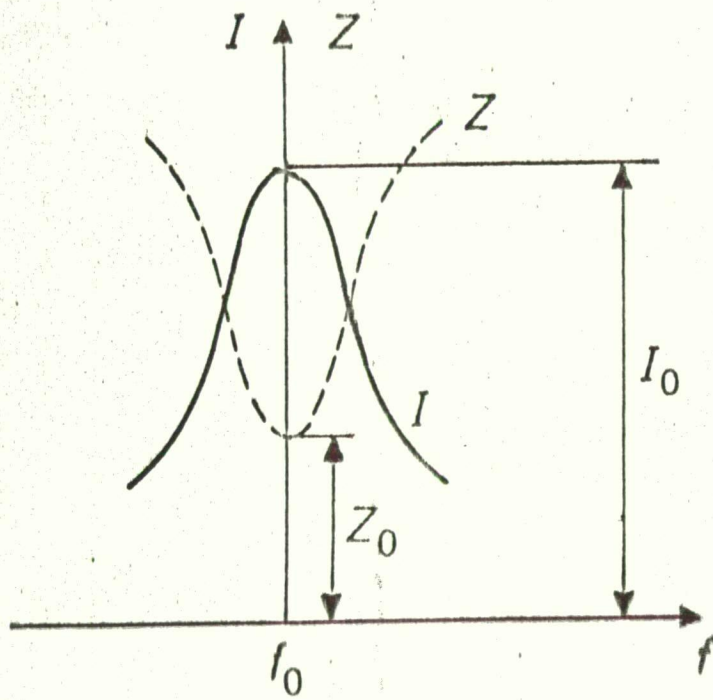
$$\omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$$

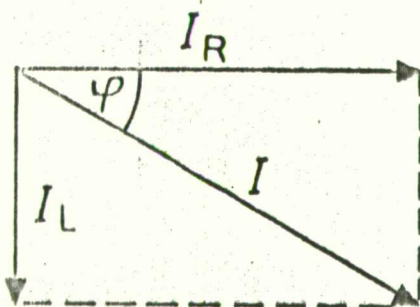
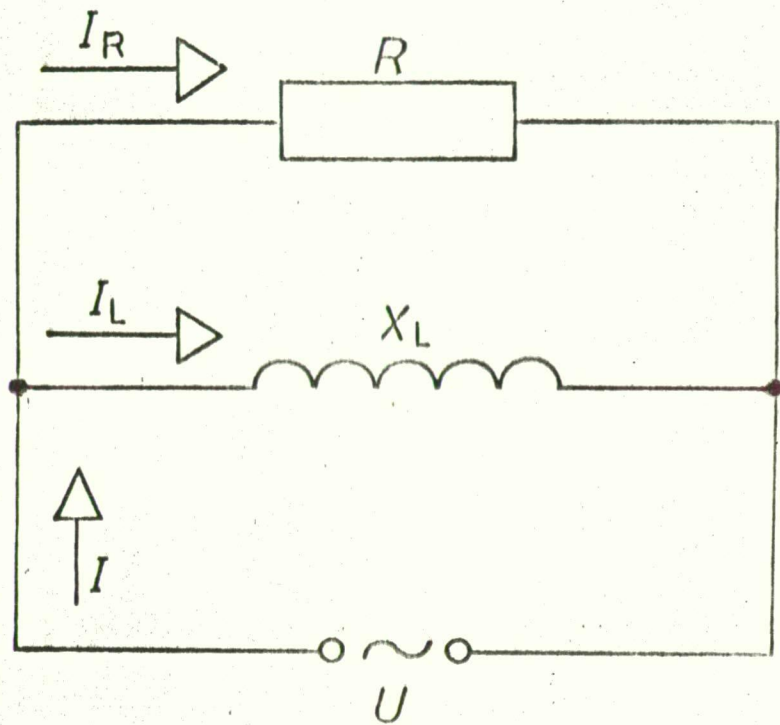
$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L \cdot C}} \text{ a rezonanciafrekvencia}$$

A periódusidő:  $\boxed{T = 2\pi \sqrt{L \cdot C}}$

(Thomson-képlet)



IT-66

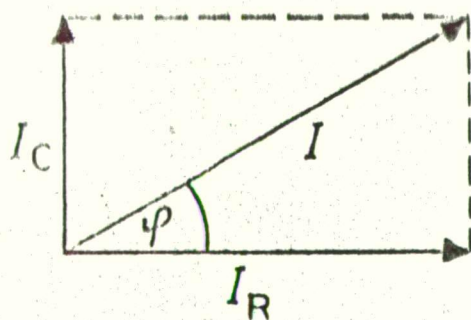
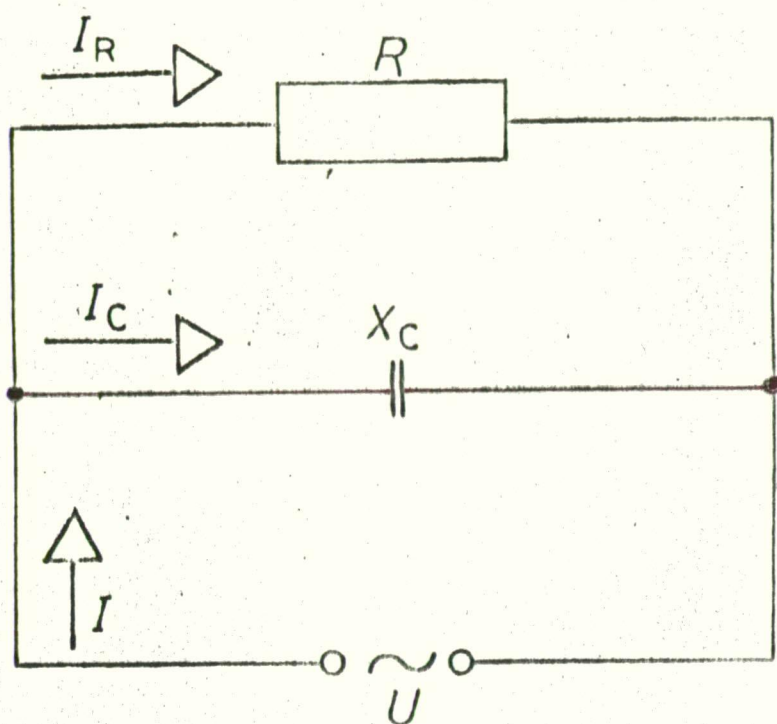


$$I = \sqrt{I_R^2 + I_L^2}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{I_L}{I_R}$$

$$Z = \frac{U}{I}$$

IT-67

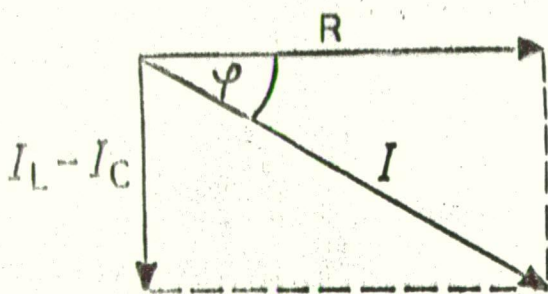
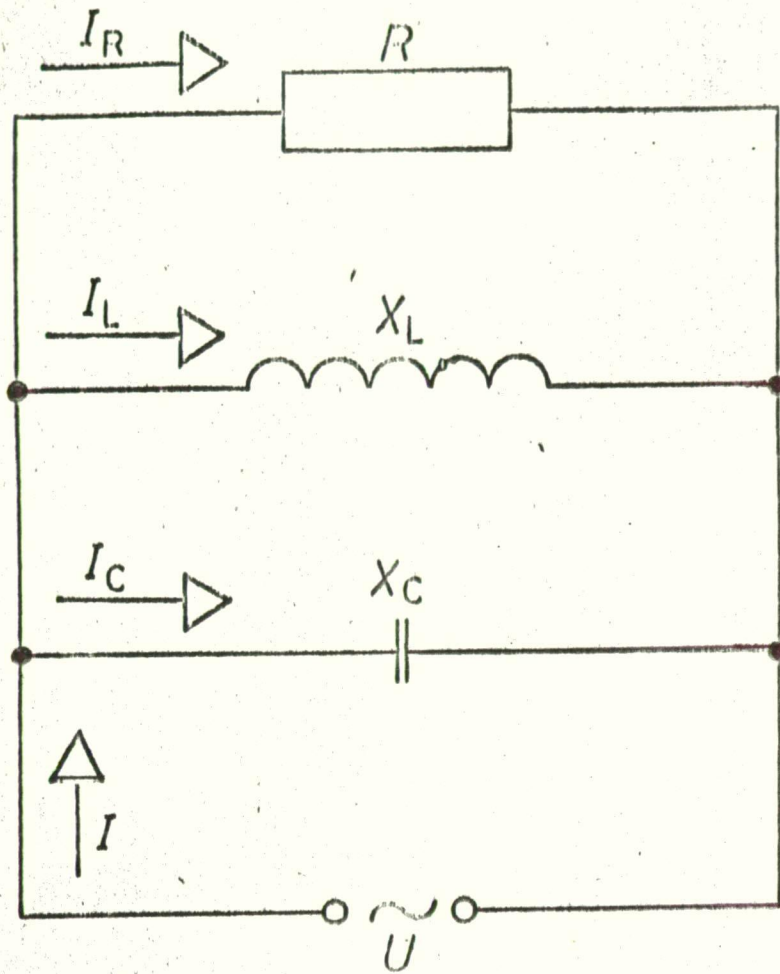


$$I = \sqrt{I_R^2 + I_C^2}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{I_C}{I_R}$$

$$Z = \frac{U}{I}$$



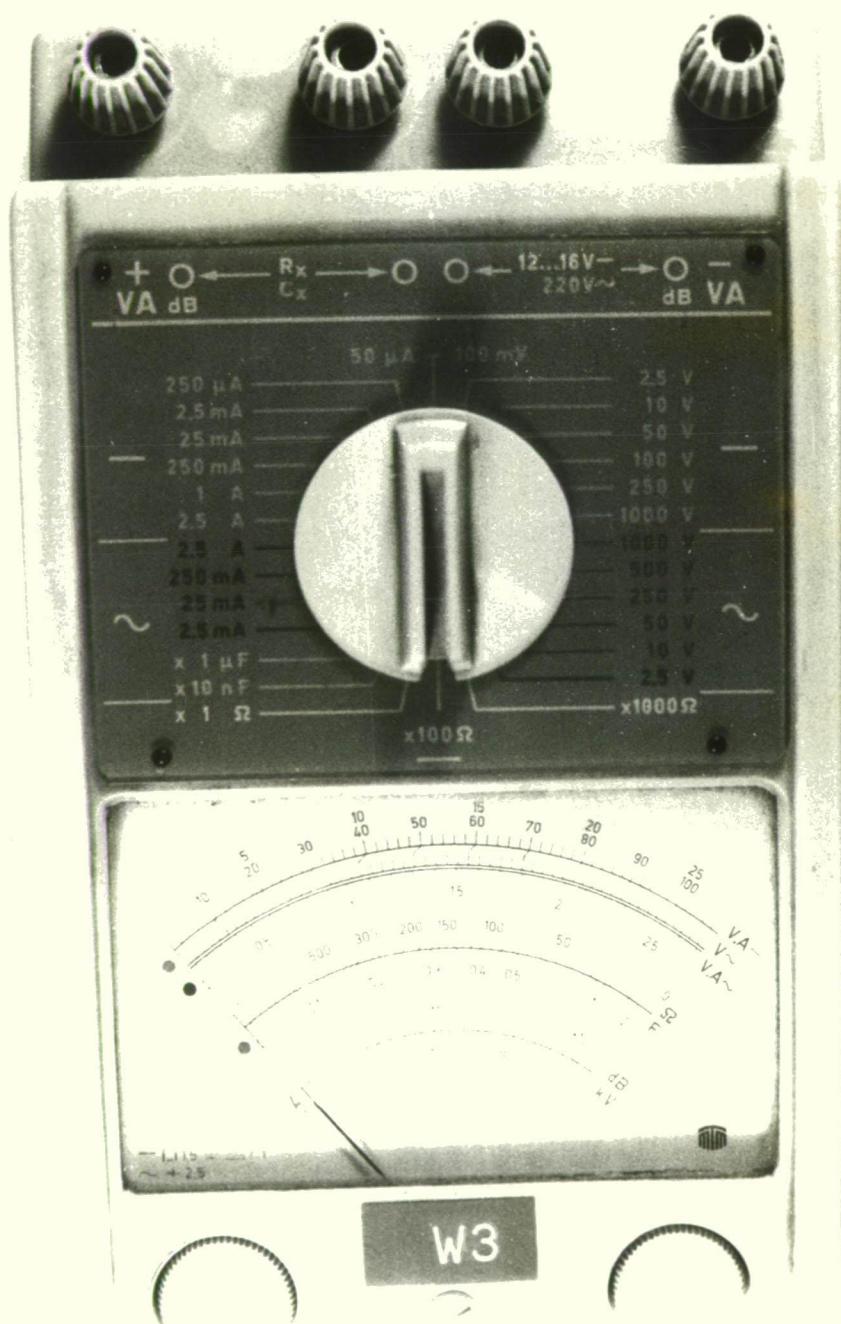


$$I = \sqrt{I_R^2 + (I_L - I_C)^2}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{I_L - I_C}{I_R}$$

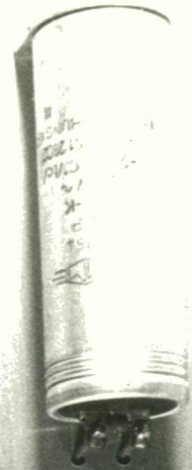
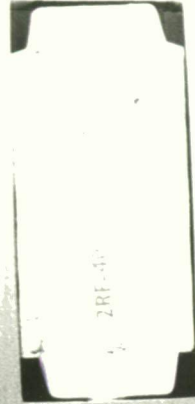
$$Z = \frac{U}{I}$$

IT-69



DA-22





R

L

C

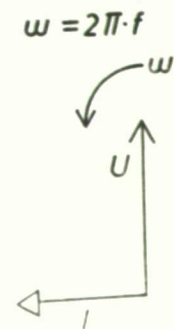
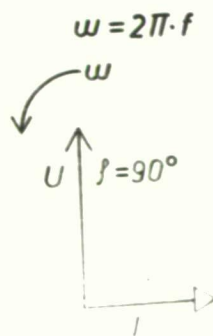
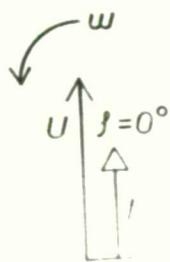
$$R = \frac{U}{I}$$

$$X_L = \frac{U}{I}$$

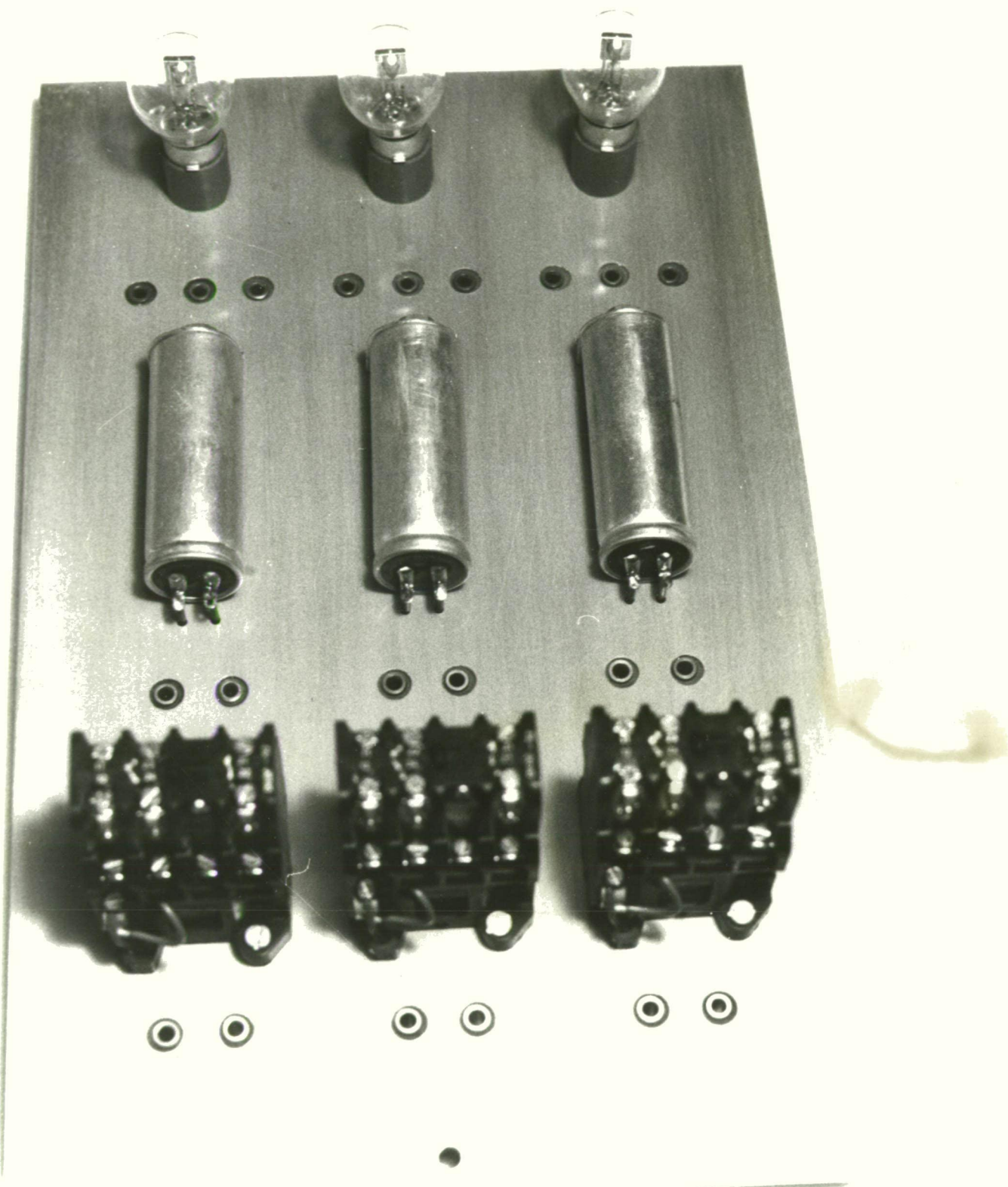
$$X_C = \frac{U}{I}$$

$$X_L = \omega \cdot L$$

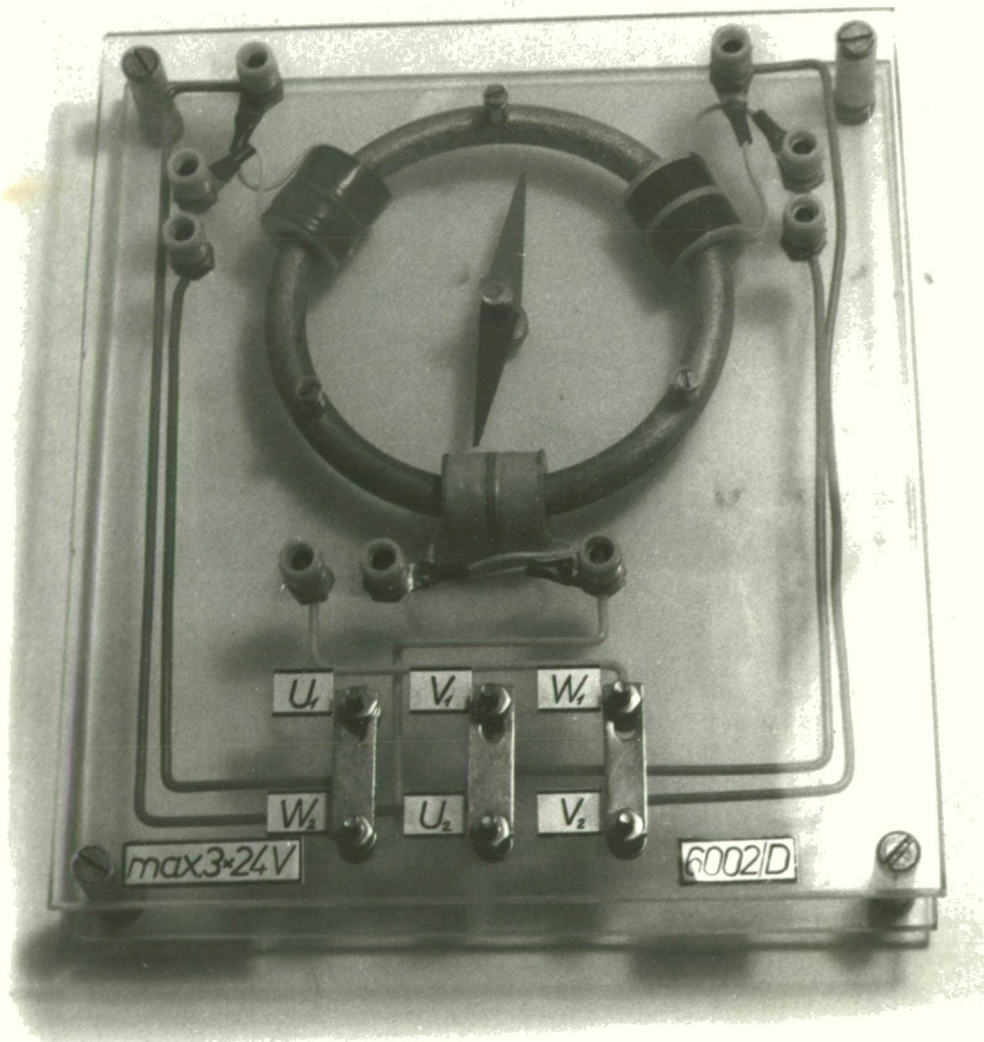
$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

















## 6. Kisérleti tanítás összegző tapasztalatainak értékelése

A villamos műszerek és mérések tantárgy kísérleti tanítására a Kiskunhalasi valamint a Nyiregyházi Szakmunkásképző Intézetekben került sor. E két intézmény kiválasztását az tette lehetővé, hogy mind a két intézet rendelkezik azokkal a személyi és tárgyi feltételekkel, melyeknek megléte a kísérleti tanítás végrehajtására és értékelésére szükség volt. A Nyiregyházi Szakmunkásképző Intézet létszámát tekintve az 1600 fős nagyintézetek közé tartozik. Villamosipari szakmák közül villanyszerelőket, autóvilamosság szerelőket valamint RTV műszerészeket képeznek. Ezen szakmákat tanulók létszáma több mint 300 fő. Az elméleti oktatás területén jól képzett és nagy gyakorlattal rendelkező mérnöktanárok oktatnak. A gyakorlati oktatást és képzést villamos üzemmérnökökkel és technikusokkal oldják meg. A szakelméleti képzés jól felszerelt szaktermekben folyik, a gyakorlati munkákat villanyszerelő tanműhelyekben gyakoroltatják illetve oktatják. A villamos mérések végrehajtására külön mérőhelyekkel rendelkeznek. Ezen feltételek lehetővé tették a megtanítási programcsomagban feldolgozott tananyag megtanítását, valamint a méréseknél alkalmazott dia és irasvetítő anyagok szakszerű felhasználását azaz az egész rendszer szinkronban

való működtetését.

A Kiskunhalasi Szakmunkásképző Intézet mintegy 1.000 tanuló létszámmal rendelkezik. Ebből a létszamból a három évfolyamot tekintve 110 villamosipari tanuló tanul. Az intézet jól felszerelt, pályázatot nyert szaktanteremmel és mérőlaboratóriummal valamint korszerű tanműhellyel rendelkezik. A szakmai elméleti képzést mérnöktanárokkal, a gyakorlati oktatást főiskolai végzettségű szakemberekkel, üzemmérnökökkel oldják meg.

Mindkét intézet rendelkezik azzal a műszerparkkal, melyet a Munkaügyi Minisztérium által közzétett villamos mérőtermi felszereltségi normatívában megtalálható. A felmérésre került megtanítási programcsomag a sikeres végrehajtása érdekében ezen műszerek meglétét feltételezi és erre épít.

Mivel a felmérésre került tananyagból Nyíregyházán Farkas László műszaki tanár egyetemi szakdolgozatot, Kiskunhalason pedig Perényi Rezső és Kövesdi László műszaki tanárok doktori disszertációt készítettek, ezért az egész éves tananyag megtanítása, ellenőrzése, a felmérések és azok értékelése közvetlenül biztosítva volt. A kísérleti tanítást négy tanár végezte 122 villamosipari tanuló bevonásával. Mindkét intézetnél a kísérlethez az igazgatók előzetesen hozzájárultak és a munkát támogatták. Az előírt normatíváknak megfelelően a tanulók 15 fős csoportokba voltak beosztva.



Kiskunhalason 42 tanuló 3 csoportot alkotott, Nyiregyházán 80 fős tanuló létszámból 6 csoport alakult és vett részt a program elsajátításában. Ezen csoportokon belül alakultak ki a mikro csoportok. Összességében mintegy 40 mikrocsoport dolgozott a felmérés alatt. A megtanítási programcsomag feldolgozása és elsajátítása új problémákat vetett fel a pedagógusoknak és tanulóknak egyaránt. A tanulók számára az anyag önálló feldolgozása, valamint a mérési lépések előrehaladási ütemének teljesítmény függő és önellenőrző módszere jelentette az újdonságot. Ennek eredményeként a felmérés kezdeti időszakában bátortalanok voltak, féltek a felelősségtől és sok esetben bizonytalanságok léptek fel. Ezt támasztotta alá az a tény is, hogy a tananyaggal, különböző kapcsolások összeállításával, valamint mérési eljárásokkal kapcsolatban a megszokottnál több kérdést tettek fel. Így a munkák során fontos feladattá vált a tanulók önbizelmának megerősítése abból a szempontból, hogy megfelelő figyelem összpontosítással bátran és céltudatosan tudjanak tevékenykedni a mérések szakszerű és pontos végrehajtása érdekében. A kezdeti nehézségek leküzdése után a tanulók mindjobban önállóbbá váltak így a kapcsolások összeállításánál, a különböző műszerek kezelésénél, valamint a feszültségkapcsolásnál a veszélyhelyzetek megszűntek. Itt kell megemlítenünk a tanár és tanuló számára egyaránt fontos tényezőt, melyet a balesetvédelmi és

érintésvédelmi előírások tartalmazznak. Mivel a mérőtermekben folyó mérések törpe feszültséget igényeltek, ezért ez érintésvédelmi szempontból biztonságot nyújtott a tanítás folyamán. A mérőtermek kialakításakor azonban olyan hálózatról működő berendezések, készülékek, tápegységek és egyenfeszültség előállítók működnek, melyeknél mindig pontosan és egyértelműen be kell tartani a biztonsági előírásokat.

Ezen előírások alapján csak olyan mérőtermekben szabad mérési feladatokat végeztetni a tanulókkal, melyeknél a felügyeleti szervek a mérőtermeket ellenőrizték és erről érvényes szakszerű bizonyítványt állítottak ki. Minden mérési eljárás előtt balesetvédelmi oktatásban kell részesíteni a tanulókat, és csak ezután kezdhetik el a mérési feladatok végrehajtását. A baleseti oktatásnak az érintésvédelmi ismeretek mellett ki kell térnie a mechanikus behatások következtében létrejövő balesetekre is. Ennek az az oka, hogy a mérőtermekben sok olyan mérőműszer is található, melyeknek jelentős súlyuk van, és mozgás közben balesetet okozhatnak. A balesetvédelmi oktatásról minden esetben naplót kell vezetni.

A kísérleti oktatás előre meghatározott termekben került végrehajtásra. A kísérlet során kialakított szervező munka magába foglalta a különböző csoportok kialakítását, ezek időbeni előrehaladását, valamint a tanári tevékenység módszereit és a központi, illetve

az általunk kidolgozott audiovizuális anyagok program szerinti ütemezését. Ugyanigy a szervezés feladata volt egyes tematikus egységek végrehajtásának megbeszélése, a felmérésének és értékelésének időpontjai. Ennek a tervszerű munkának köszönhető, hogy a kísérleti tanítás zökkenőmentesen folyt le, annak ellenére, hogy egyes csoportok 300 Km távolságban dolgoztak egymástól. A szervező munkánk módszerei a következők voltak.

- I. A villamos műszerek tematikus egység feldolgozásának vezető felelőse Farkas László volt. A feladatok ismertetése után megbeszéltük a tematikus egység strukturáját, a feladatbank feladatainak feldolgozási ütemét és az esetleges felmerülő hibákat. Kijelöltük a felmérésre kerülő feladatokat, az értékelés módszereit, valamint a kompenzációs és elmélyítő feladatokat és eljárásokat, valamint megbeszéltük a tanári programfüzet használatát.
- II. Az egyenáramu mérések tematikus egység feldolgozásának felelőse Perényi Rezső volt. Vezetésével kijelöltük a tematikus egység témanyitó és témazáró feladatait, a különböző mérések eljárásait, módszereit és a mérések végrehajtásához szükséges műszereket. Megbeszélés tárgya volt még a tanári programfüzet alkalmazása, valamint a kompenzációs és elmélyítő feladatok kijelölése.
- III. A váltakozó áramu mérések egyszerű áramkörökben című tematikus egység felelőse szintén Perényi



Rezső volt. Megbeszélésünk tárgya az előzőekhez hasonlóan kiterjedt a tematikus egység feldolgozása során alkalmazható műszerekre, azok jellemzőire, a mérés végrehajtásához szükséges mérőpanelekre és a mérési feladatok végrehajtásának ütemére. A feladatbankból kiválasztottuk a témanyitó és témazáró feladatot és megbeszéltük azok felmérési módját és értékelési rendszerét.

- IV. A váltakozó áramu mérések összetett áramkörökben című tematikus egység felmérésének felelős vezetője Kövesdi László volt..Vezetésével tartott megbeszélésen az összetett áramkörök kapcsolási és mérési módszereinek jellegzetessége szerepelt, valamint az alkalmazásra kerülő műszerek jellemzőit beszéltük meg. A feladatbankból kiválasztottuk a témanyitó és témazáró feladatokat, és megvitattuk azok felmérési és értékelési módszerét.
- V. A megtanítási programcsomag végső felmérésének témavezetője Kövesdi László volt. A megbeszélésen feladatként szerepelt egy olyan végső felmérő lap kidolgozása, mely lényegében magába foglalja az eddig tanult és elsajátított mérési eljárásokat, műszer ismereteket, valamint az egyen és váltakozóáramu elektrotechnikai anyagot. Ezt két mérési feladatlappal oldottuk meg. A végső felmérésre külső, független szakértő bevonásával került sor. A szakértő TÉNYI GUSZTÁV a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola tanára volt, aki

részt vett a felmérésen és pozitívan vélekedett a meg-  
tanítási programcsomagokról, a tanulók mérési tevékeny-  
ségeiről, valamint a műszer és elektrotechnikai ismere-  
teikről. Ezt szakvéleményében is rögzítette.

Minden tematikus egység utáni közös értékelésen rögzí-  
tésre kerültek azok a tapasztalatok, melyeknek alapján  
a tanári programfüzet anyaga, a feladatbank feladatai,  
az írás- és diavetítő anyagok végső, a dolgozatokban  
szereplő formát öltötték.

A kísérleti tanítás anyagának elsajátíttatása során a  
gyakorlati oktatás tartalék idejének felhasználására  
is sor került. Ennek eredményeképpen az előírt óraszám-  
ot betartva, a végső felmérésre áprilisban lehetőség  
adódott. Ezt az eljárást a szakmunkásképző intézetek  
vezetői is támogatták, mint minden munkát a felmérések  
alatt.

Végül szólnunk kell azokról a problémákról és hiányossá-  
gokról, amit a kísérleti tanítás során tapasztaltunk:  
Az első és egyben legfontosabb probléma a tanulók el-  
méleti felkészültségének hiányossága volt. Ez a hiá-  
nyosság főként az elektrotechnika és matematika tantár-  
gyakban tanultaknál mutatkozott. A tanulók első éves  
átlagai ezekből a tantárgyakból a következők voltak:



Iskola neve	Elektro- technika	Matematika
Kiskunhalasi Szakmunkás- képző Intézet	2,8	3,3
Nyíregyházi Szakmunkás képző Intézet	3,1	3,4

Közös megállapításunk alapján a villamosipari képzés területén egyik legfontosabb teendőnek tekintendő egy hatékony elektrotechnikai megtanítási programcsomag elkészítése és kipróbálása. Alkalmazása nagy mértékben megnövelné az elektrotechnikai felkészültség színvonalát. Nemcsak a villamosmérések számításainak gyorsabb és pontosabb elvégzését tenné lehetővé, hanem a villamosipari szakterületek szakmai ismereteinek elsajátítását is nagy mértékben elősegítené, legyen az villanszerelő, autóvillamosság szerelő, RTV műszerész vagy elektronikai műszerész szakterülete. Ugyanez vonatkozik a vezérlés- és szabályozási ismeretek, valamint az anyagismeret tantárgyak elsajátítására is. Tapasztalataink szerint ezen tantárgyak tanítása, tanulása során állandó problémát okoz egyes elektrotechnikai ismeretek magyarázata, hivatkozás a tanultakra. A kísérleti tanítás során is ilyen helyzetek adódtak. Az elektrotechnikai feladatok sikeres megoldásához az adott törvényszerűségek és képletek mellett egy megfelelő szintű matematikai tudás is szükséges.

A matematika nem lehet egy öncélú tantárgy. Feladata ezen iskolatípusokban az, hogy a szakma elsajátításához szükséges törvényszerűségek jobb megértését, logikus kibontását elősegítse. Könnyen belátható, hogy a matematikai számítások és példák jellege ezt kell, hogy tükrözze. Nem elvont, semmihez sem kötődő, tisztán a logikus gondolkodást, probléma-helyzetet megoldó feladatokat kellene tanítani, hanem ugyanazon matematikai törvényszerűségeket villamos jellegű példákön bemutatni.

A tanulók mérési eljárásaik során a váltakozó áramú körök számítási feladatainál áram, feszültség, impedancia, admittancia, teljesítményháromszögeket kaptak, melyeknél Phytagoras-tételét kellett a megoldáshoz alkalmazni. Tapasztalataink szerint magát a tételt ismerték, de mivel  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , helyett  $X_L$ ,  $R$ ,  $Z$  vagy  $B_L$ ,  $G$ ,  $Y$  vagy  $Q$ ,  $S$ ,  $P$  jelzések voltak, ezért sok esetben megakadtak és a tételt nem tudták alkalmazni.

Ugyanez volt jellemző a trigonometrikus összefüggések és az egyenletrendezési módszerek esetén is. Sajnálatos tévedések adódtak a helyiérték megállapításánál a tizedesvessző téves meghatározásával, mely a felmérések alkalmával pontvesztést is jelentett.

A szakelméleti hiányosságok mellett meg kell említenünk a jelenleg alkalmazott tankönyvek hiányosságait is.

Bármely tantárgy oktatásához szükség van egy megfelelő és használható tankönyvre. A villamos műszerek és mérések tantárgy esetében sajnos még nem jelent meg a szakmunkásképző intézetek számára irt tankönyv. Helyette a szakközépiskolák mérés technikai tankönyveit hozták forgalomba, melyek nem pótolhatják a tankönyvet, mert mélységében, összetételében és tartalmában is eltér a szakmunkásképzők anyagától. A kiadott tankönyvek tartalma mélyebb matematikai, fizikai és elektrotechnikai ismereteket követel - jogosan - hiszen jóval több óraszám-ban tanítják ezen tantárgyakat a szakközépiskolákban. Ezekből a tankönyvekből kijelölt feladatokat a tanulók sok esetben nem értik meg, melynek eredményeképpen tanulási kedvük és önbizalmuk csökken.

Véleményünk szerint feltétlenül szükséges volna a szakmunkásképző intézetben oktatott tanulók színvonalához mért tankönyv megírása és annak alkalmazása a tanítás-tanulás folyamán.

Összegezve a kísérleti tanítást: eredményesnek ítéljük, mert a felmért eredmények is ezt támasztják alá.

A megtanítási programcsomag véleményünk szerint elérte azt a célt, hogy a tanulók többségét elvezesse a teljes elsajátításig. A feladatok végrehajtása során a mérési eljárásokat és a mérőműszerek mérési kultúráját elsajátították. A tanulók többségénél kialakult az alapvető tudás, mely lehetővé teszi egy magasabb színvonalú és bonyolultabb mérési eljárások megtanulását.



Villamos műszerek és mérések tantárgy végső  
felmérésének értékelése

A feladatbank 41. és 42. mérési feladatai kerültek végső felmérésre. Ez a 493 - 502. számú feladatig terjedt. A 41-es mérési feladatnál egy három fázisu rendszerbe kapcsolt izzók vonali és fázis feszültségét, valamint vonali áramát kellett feszültség- és árammérővel megmérni.

További feladatként szerepelt teljesítménymérővel a hatásos teljesítmény mérése is. A mért eredmények alapján a látszólagos teljesítmény kiszámítása volt a feladat, melyet az egyen és a váltakozó áramu teljesítmények ismeretében lehetett megoldani.

A 42-es mérési feladatnál egy soros rezgőköri kapcsolás összeállítása szerepelt. A kapcsolásnál meg kellett mérni a tekercs és kondenzátor feszültségeit, valamint az áramkörben folyó áramot. További mérési feladat volt a tekercs ohmos ellenállásának meghatározása digitális multiméterrel. Számításként a tekercs impedanciájának és induktivitásának meghatározása volt a feladat.

A megadott feladat tartalmazta még a kapcsolás vektor ábrájának megszerkesztését, valamint a rezonancia frekvencia- mérést.

A felmérésben 120 tanuló vett részt. A feladatlapok értékelése után az eredmények a következőképpen alakultak:

Az elérhető maximális 38 pont 75 %-os szintje 29 pont volt, amit 12 tanuló nem ért el, a többi igen.

Az átlag 32 pont, a szórás 2,8 volt.

A pontonkénti megoszlás az alábbi szerint alakult:

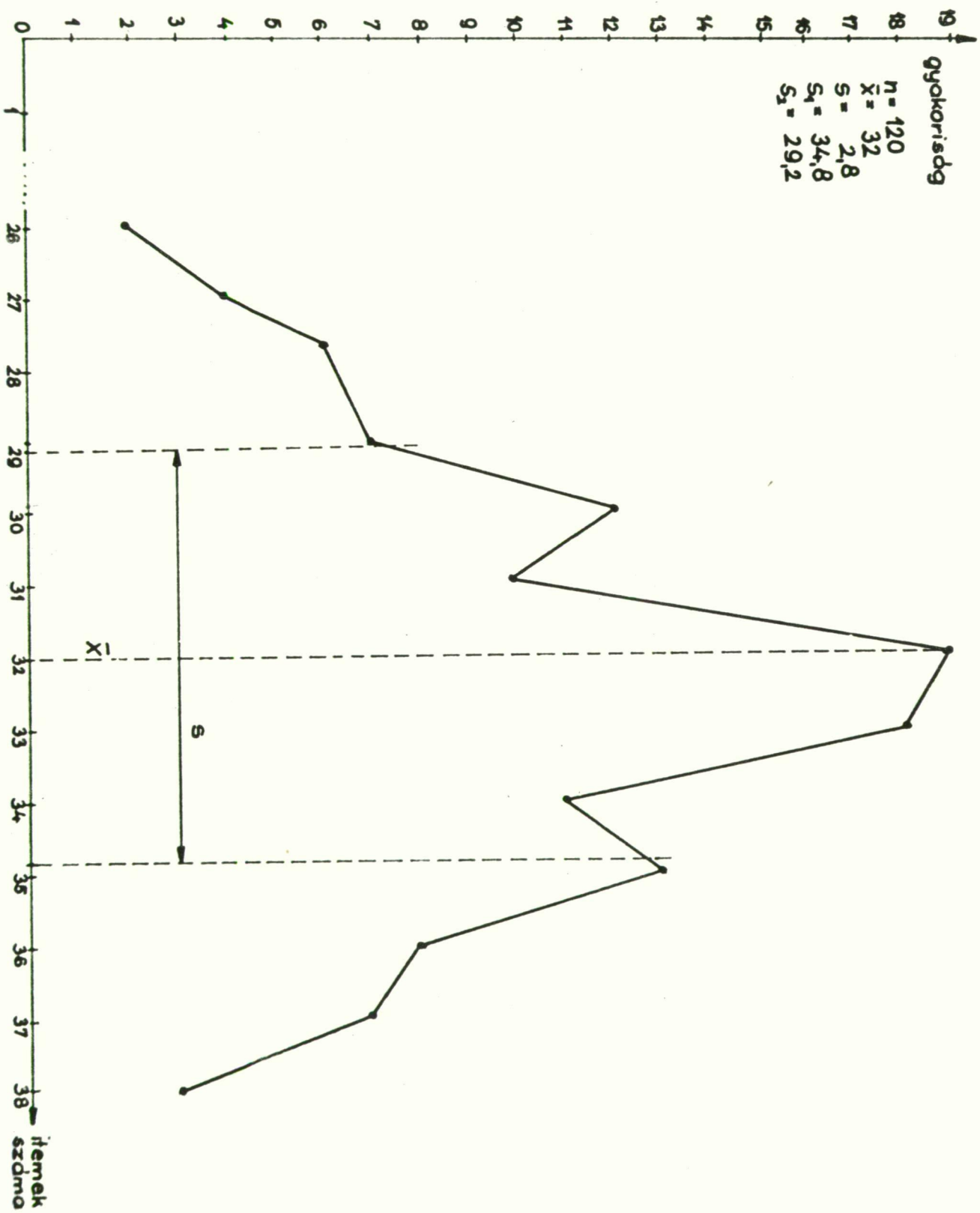
pontszám	tanulólétszám
26	2
27	4
28	6
29	7
30	12
31	10
32	19
33	18
34	11
35	13
36	8
37	7
38	3

A végső felmérés histogramja és poligonja mellékletben csatolva.



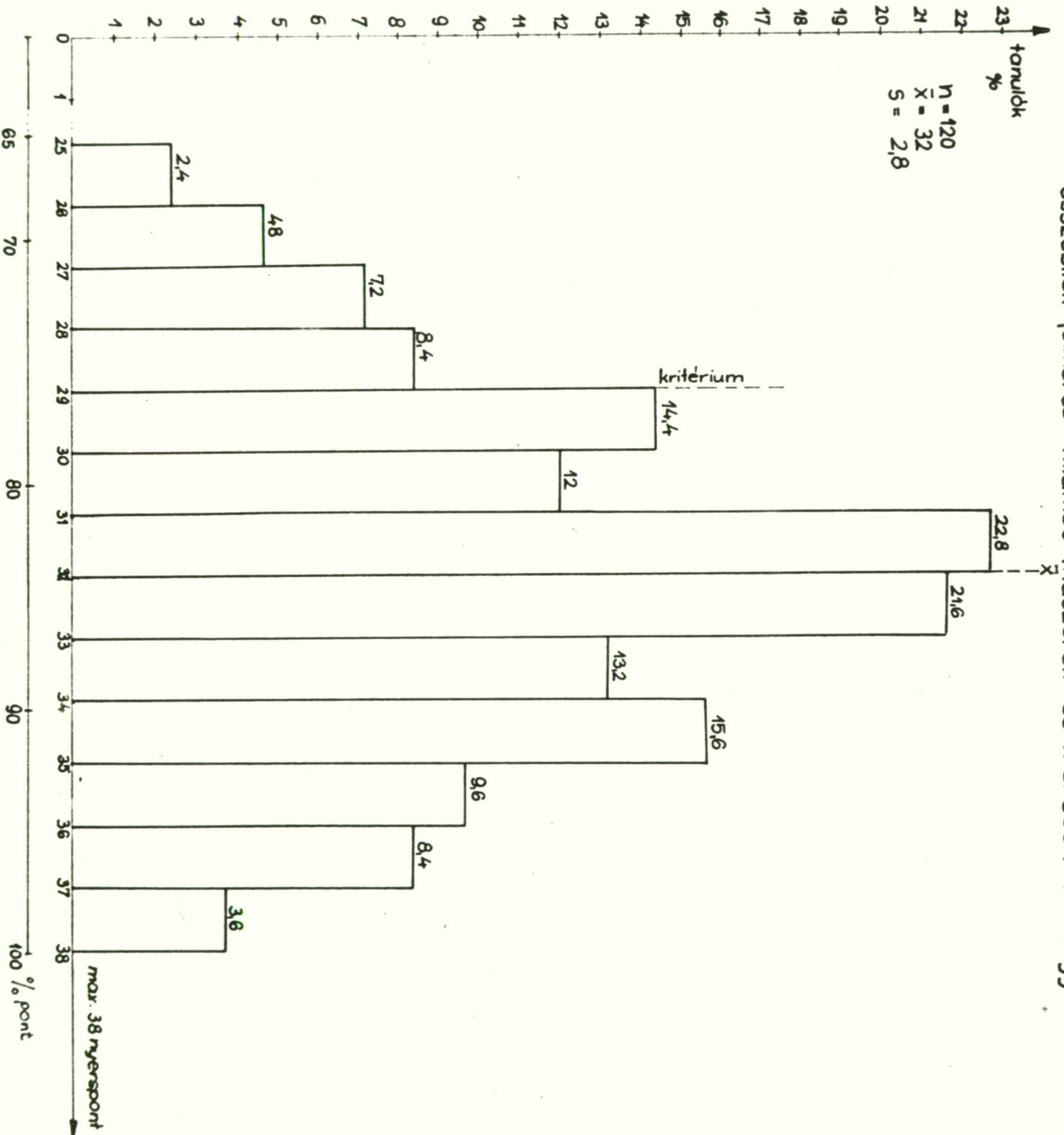
# Összesített felmérés: Villamos műszerek és mérések tantárgy

- 227 -



# Histogram

## Összesített felmérés: Villamos műszerek és mérések tantárgy



7. Felhasznált irodalom

1. Andrásfalvi Béla : Ismerkedés a gráfelmélettel  
TK. Bp. 1979.
2. Dr. Ágoston - Dr. Nagy J. - Dr. Varga-Veidner:  
A programozott oktatás tapasztalatai  
TK. Bp. 1966.
3. Dr. Ágoston - Dr. Nahy J. - Dr. Orosz: Mérése-  
sek a pedagógiában  
TK. Bp. 1976.
4. A. Lumsdaine - K. Odenbach - L. B. Ityelszon - Whochheimer:  
Az oktatógép és az oktatás programozása  
TK. Bp. 1964.
5. Báthory Zoltán - Gyarakai Frigyes: A programozott  
tanítás. Eredmények és feladatok.  
OPI. 1970.
6. Dr. Biszterszky Elemér: Tanulmányok a programozott  
oktatás köréből  
TK. Bp. 1971.
7. Dr. Biszterszky E. - Fürjes I.: Programozott oktatás,  
oktatógépek  
OMKDK. 1981.
8. Dr. Búzás L.: Csoportmunka  
TK. 1971.
9. Coombs : Oktatás világválsága  
TK. 1971.

10. Comeinus A.J.: Nagy Oktatástana

AK.

11. Dr.Csapó Benő: Mastery Learning elmélete és gyakorlata

Magyar Pedagógia 1978. 1.sz.

12. Descartes : Válogatott filozófiai művek

AK. 1961.

13. Falus Iván : Oktatócsomagok készítése és értékelése

OOK. Bp. 1977.

14. Falus Iván : Visszacsatolás problémája a didaktikában

Pedagógiai Közlemények 10.sz.

15. Falus-Hunyadi-Takács-Tompa: Az oktatócsomag

TK. Bp. 1979.

16. Fuchs W.R.: Az új tanulási módszerek

Közg. és Jogi Könyvkiadó 1971. Bp.

17. Fekete József: Az oktatási programok készítésének néhány pszichológiai kérdése

AK. 1966. Bp.

18. Fábián Tibor : Műszaki mérések

TK. Bp. 1980.

19. Farkas-Polgár : Méréstechnika

Táncsics Bp. 1966.

20. Jankovics-Tóth : A logikai tervezés módszerei

M.K. Bp. 1978.



21. Kelemen László: A programozott oktatás néhány  
pszichológiai problémája  
AK. BP. 1967.
22. Kiss Árpád : A tanulás programozása  
TK. BP.
23. Kolominszkij-Rozov : Tanulók közötti kapcsolatok  
vizsgálata szociometria i módsze-  
rekkel  
Ped. Szemle 1967.Bp.
24. Dr.Kuti L.-Ivanics L.: Villamos műszerek és mé-  
rések II.-III.  
MK. BP. 1980.
25. Landa : Algoritmizálás és programozott oktatás  
TK. 1966.
26. Dr.Iaszlavik Éva: A csoportszervezés eljárásai  
és lehetőségei  
TK. Bp. 1982.
27. M.Roebuck-D.Unwin: Célkitűzések meghatározása  
oktatóprogram  
OOK. 1975.
28. Molnár Péter : Megtanítási programcsomag  
JATE. Szeged
29. Miloslav Petrusek: Szociometria  
Közg. és Jogi Könyvkiadó Bp. 1972.
30. N.F.Talizina: A programozott oktatás elméleti  
problémái

31. Dr.Nagy József: Köznevelés és rendszerelmélet  
OOK. BP. 1979.
32. Dr.Nagy József: A tudás létezési módjai, megjele-  
nési formái és funkciói  
JATE Szeged 1980.
33. Dr.Nagy József: Pedagógiai programcsomag  
JATE Szeged 1981.
34. Dr.Nagy József: A megtanítási stratégia elméleti  
alapjai  
JATE Szged 1981.
35. Pataki Ferenc : Csoportlélektan  
Gondolat 1969. Bp.
36. Perényi Rezső: Villamos mérőterem felszereltségi  
normatívái  
SZITEK. Bp. 1980.
37. Perényi Rezső: Mérőlabor és digitális panelrend-  
szer tervezése  
Tudomány és Informatika Intézet  
Bp. 1981.
38. Skinner : A tanulás technológiája  
Gondolat Bp. 1973.
39. Simon István: Műszerek és mérések  
Tanterv. SZITEK 1980.
40. Takács Etel : A programozott oktatás  
Gondolat 1978.
41. Téglás Imréné: Villamos műszerek és mérések  
TK. Bp. 1980.

42. Utasi-Mészáros-Tölgyes: Utmutató AV Ismerethordozók tervezéséhez

OOK. 1972.

43. Vastagh Zoltán: A közösség munkájának és a gyerekek kölcsönös kapcsolatainak összefüggése.

Ped. Szemle 1967.

44. Vári Péter : Programelemzés

OOK. Bp. 1975.

Katalógusok:

1. EMG : Rövid Katalógus

EMG. Bp. 1980.

2. EVIG : Gyártmányjegyzék

EVIG Bp. 1978.

3. Ganz Műszer Művek : Gyártmányválaszték

Ganz. Bp. 1981.

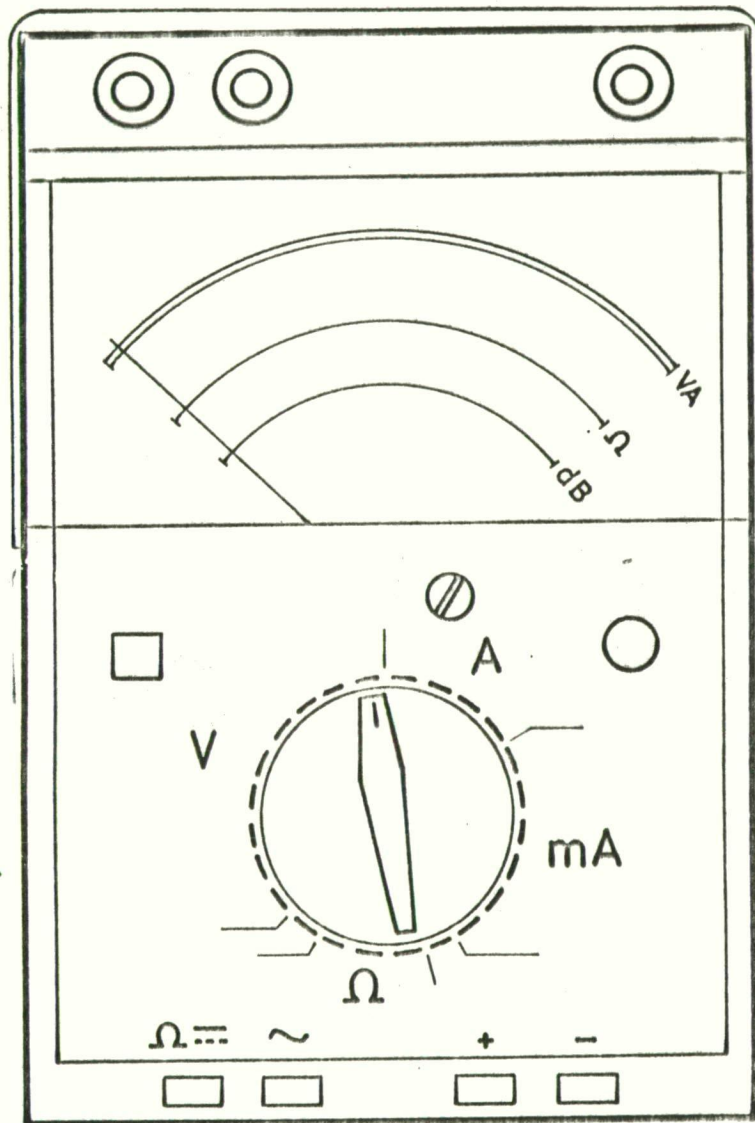
4. MIGÉRT : Műszerkatalógus

MIGÉRT. Bp. 1981.

5. Dr. Szemerey Zoltán: Kisfeszültségű készülékek

I.-II.

Közgazd. és Jogi Könyvkiadó Bp. 1976.



## GANZUNIV - 3 univerzális mérőműszer

### 1. Általános leírás

A GANZUNIV műszercsalád tagjai megfelelnek a legmagasabb igénynek az analóg elven működő univerzális műszerek területén. A GANZUNIV 3 univerzális műszer az előbbi különleges tulajdonságokkal rendelkezik:

- Nagy méréshatár terjedelem, 52 méréshatár tartozékok nélkül;
- Az összes méréshatár egyetlen kapcsolóval választható ki;
- Mérésnem választás és póluscsera nyomógombos kapcsolóval;
- Egyetlen pár csatlakozó minden méréshez / 10 A méréshatár kivételével /;
- Nagy belső ellenállás -  $31,6 \text{ kohm/V}$  egyenáramon,  $5 \text{ kohm/V}$  váltakozó áramon;
- Minimális frekvenciafüggés a  $10 \text{ Hz}$  és  $100 \text{ kHz}$  közötti tartományban;
- Feszítettszálas, rúzásbiztos, surlódásmentes, kis önfogyasztású mérőmű;
- Közös, árnyékmentes, lineáris  $110 \text{ mm}$  hosszú skála az összes egyen- és váltakozó áramú méréshatárhoz;
- Átfogó túlterhelésvédelem segédfeszültség nélkül védőkapcsolóval, olvadóbiztosítóval, túlfeszültség levezetővel, glóbulámpával, védődiódával;
- Ellenállásmérés  $50 \text{ Mohm}$ -ig beépített szabványos elemmel. Végkitérés beállítása nyitott kábelek mellett;



- Egyszerű dióda és tranzisztor vizsgálat a mérőfeszültség nyomógombos póluscseréjével ellenállásmérésnél;
- Áttekinthető, a szervizmunkákat megkönnyítő, nyomtatott áramkörös felépítés;
- Esztétikus megjelenésű műszerház, betolható hordfüllel.

## 2. Műszaki adatok

### Áram mérőhatárok

Áram	Feszültségosztás kb.	
	— — —	~
10 A	0,25 V	0,25 V
3 A	0,45 V	0,45 V
1 A	0,3 V	0,3 V
0,3 A	0,3 V	0,3 V
0,1 A	0,25 V	0,25 V
30 mA	0,2 V	0,2 V
10 mA	0,17 V	0,2 V
3 mA	0,17 V	0,1 V
1 mA	0,17 V	0,15 V
0,3 mA	0,17 V	0,3 V
100 $\mu$ A	0,15 V	—
30 $\mu$ A	0,1 V	—

Feszültség mérőhatárok

Feszültség	Átvitelszint / Output/	Belső ellenállás.	
		$\equiv$	$\sim$
1000 V	+50 dB	31,6 M $\Omega$	5 M $\Omega$
300 V	+40 dB	10 M $\Omega$	1,58 M $\Omega$
100 V	+30 dB	3,16M $\Omega$	500 k $\Omega$
30 V	+20 dB	1 M $\Omega$	158 k $\Omega$
10 V	+10 dB	316 k $\Omega$	50 k $\Omega$
3 V	dB-Skála <sup>x</sup> /	100 k $\Omega$	3,16 k $\Omega$
1 V	-10 dB	31,5 k $\Omega$	316 $\Omega$
0,3V	-20 dB	10 k $\Omega$	31,6 $\Omega$
100 mV	-	3,16k $\Omega$	-
x0dB megfelel 0,775 V-nak			Ci kb. 50pF

Ellenállás mérőhatárok

Mérőhatár	Mérési tartomány	Max.mérőáram, ill. feszültség
$\Omega \times 10$	0,2 $\Omega$ ... 500 $\Omega$	13 mA/150 mV
k $\Omega \times 1$	20 $\Omega$ ... 50 k $\Omega$	115 $\mu$ A/115 mV
k $\Omega \times 10$	0,2k $\Omega$ ... 500 k $\Omega$	15 $\mu$ A/150 mV
k $\Omega \times 100$	2 k $\Omega$ ... 5 M $\Omega$	15 $\mu$ A/ 1,5 V
M $\Omega$	20 k $\Omega$ ... 50 M $\Omega$	15 $\mu$ A/ 15 V

## Pontosság

### Hibahatárok

A megadott hibahatárok vízszintes használati helyzetben, 20 °C hőmérsékleten és szinusz formájú, 25...1000 Hz frekvenciájú váltakozó áramon érvényesek.

Feszültség és áram méréshatárok:

Egyenáram:  $\pm 1\%$  a végkitérésre vonatkoztatva,

Váltakozó áram:  $\pm 1,5\%$  a végkitérésre vonatkoztatva.

Ellenállás méréshatárok:

Ellenállás:  $\pm 1\%$  a skálahosszra vonatkoztatva,

$\pm 4\%$  a mért értékre vonatkoztatva a skála közepén,

$\pm 6\%$  a mért értékre vonatkoztatva a skála közepéhez tartozó érték 0,25-szöröse és 4-szerese közötti tartományban.

Frekvenciaváltozás hatása

0,3 V - 300 V; 0,3 mA - 0,3 A méréshatár:

max. 1,5 % a 10 Hz...50 kHz tartományban,

3 V - 300 V; 3 mA - 0,3 A méréshatár:

max. 3 % az 50 kHz...100 kHz tartományban,

1000 V; 1 - 3 A méréshatár:

max. 1,5 % a 10 Hz...10 kHz tartományban,

Saját kapacitás: Ci kb. 50 pF

Hőmérsékletváltozás hatása a -20...+70 °C tartományban

Egyenáram: max. 0,5 %/ 10 °C a mért értékre vonatkoztatva.

Váltakozó áram: max. 1 %/ 10 °C a végkitérésre vonatkoztatva.



### Külső mágneses tér hatása

5 Gauss / 0,5 mT / térerősségű egyen- vagy váltakozó áramú / 50 Hz / külső mágneses tér hatása elhanyagolható.

### Görbealak hatása

A műszer szinuszformájú, 1,11 formátényezőjű váltakozó áram figyelembevételével effektív értékre van hitelesítve.

A műszer által mutatott érték - nem szinuszos váltakozó áram esetén is - egyenlő a középponték 1,11-szeresével. Ennek megfelelően egy csúcsos görbealak negatív, egy négyzetű görbealak pedig pozitív hibát okoz.

### Egyenáramra szuperponált váltakozó áram hatása

A mérési pontosság változatlan marad mindaddig, amíg a váltakozóáramú jel csúcsértéke az egyenáramú összetevő méréséhez választott méréshatár 1,5-szeresét nem lépi túl és az egyenáramú jel nem nagyobb, mint a váltakozóáramú összetevő méréséhez választott méréshatár.

Skálahossz: 110 mm / tüköralátét /

### Próbat feszültség

5000 V az IEC és VDE szabványoknak megfelelően. Az 5000 V-on próbat feszültség lehetővé teszi a műszer veszélytelen kezelését a földhöz képest 1500 V feszültségig.

Nagyobb feszültségeknél a műszert nem szabad érinteni.

### Túlterhelés védelem

4 A-es középlomha olvadó biztosító 5 x 20 mm / M 4 B, DIN 41571 / védőkapcsoló, glimmlámpa és védődióda, túlfeszültség levezető.

Telep az ellenállásméréshez

1 db szabványos, elektrolit kifolyás ellen védett / leak-proof / szárazelem:

1,5 V, IEC-R 20  $\phi$  34 x 61 mm, leak-proof.

Méretek: 205 x 128 x 100 mm

Súly: kb. 1,5 kp teleppel együtt.

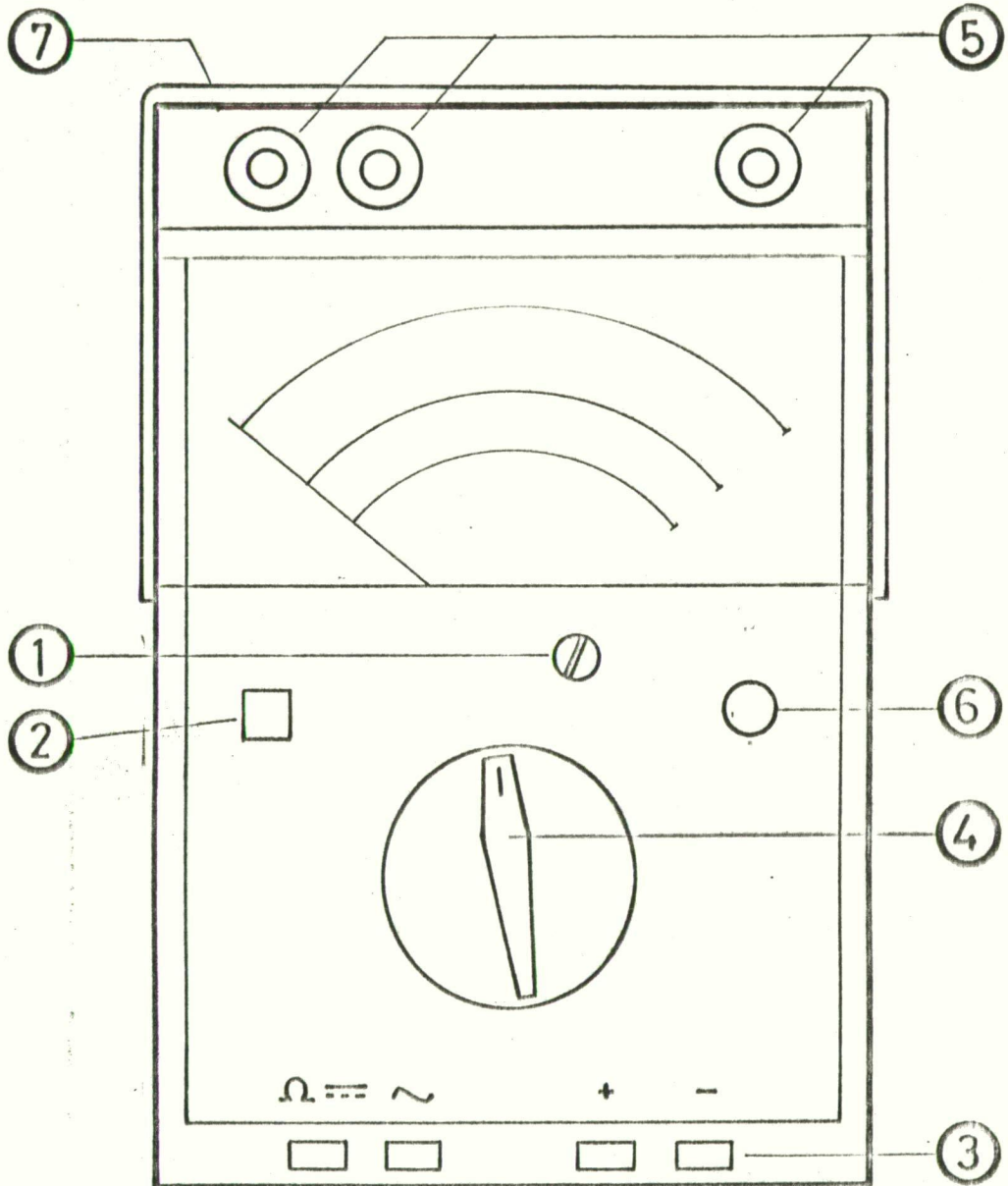
3. Méréstechnikai szempontok

Általános szempontok / lásd a mellékelt ábrát /

Mérési hibák elkerülésének érdekében a műszert megközelítőleg vízszintes helyzetben, vastömegek, mágneses terek / pl. nagyáramú sínek /, vagy forgótekerceses műszerek hatásán kívül kell felállítani.

1. Árammentes állapotban ellenőrizzük a nullpont beállítását. A műszerablak tisztítása után az elektrosztatikus feltöltődést ráleheléssel, az ablak érintésével vagy nedves ruhával való letöröléssel le kell vezetni.
2. A védőkapcsoló nyomógombját " be " állásba kell nyomni, amennyiben " ki " állásban / felső állás / lenne.
3. A nyomógombos kapcsolót szükség szerint egyenáramú " — " állásba, továbbá a polaritástól függően " + ", vagy " - " állásba, váltakozóáramnál " " állásba, ellenállásmérésnél pedig " " állásba kapcsoljuk. Az átkapcsolást mérés közben is elvégezhetjük. Átkapcsolás közben a mérőkör nem szakad meg. A nyomógombos kapcsolóval beállított polaritás / " + " vagy " - " / pozitív kitérésnél a jobboldali csatlakozóra érvényes.





4. A méréshatárkapcsolót állítsuk a kívánt méréshatárra.

Áramerősség, vagy feszültség mérését a magasabb méréshatáron kezdjük és azután kapcsoljuk a kedvezőbb alacsonyabb méréshatárra. Átkapcsolás közben a mérőkör nem szakad meg.

A mérés befejezése után a méréshatárkapcsolót mindig a legmagasabb feszültség méréshatárra állítsuk. A méréshatárkapcsolót nem szabad kikapcsolásra használni azért, hogy a 3 A méréshatárról az 1000 V-os méréshatár-ra kapcsolunk át.

5. A műszer csatlakoztatására és

6. az  $\Omega$ -gomb kezelésére a továbbiakban részletesen kitérünk. Egy rövid kezelési útmutató a műszer fenéklapján található.

7. Fordfűl / betolható /

A földelési viszonyokkal, valamint a földhöz képest megengedett feszültséggel az áramerősség és feszültség mérésének leírásakor részletesen foglalkozunk.

#### Túlterhelésvédelem

A GANZUNIV 3 helytelen kezelés és túlterhelés által okozott sérülések ellen többszörös védelemmel van ellátva.

A 10 A-es méréshatár / külön csatlakozó kábel / nincs védelemmel ellátva!

#### Védőkapcsoló


A védőkapcsoló relé tekercse a méréshatár kapcsolóval mechanikusan csatolt kapcsoló segítségével egy szelekciós áramkörhöz csatlakozik. Ez az áramkörbiztosítja a kiválaszt-

tott méréshatárhoz optimálisan illesztett megszólalási érzékenységet. A relé megszólalása után a védőkapcsoló kontaktusa nyit és megszakítja az egész mérőkört.

A relé mind egyenáramú, mind váltakozóáramú túlterhelés hatására megszólal és nincs szüksége segéden energiára. Egy speciális mechanizmus meggátolja a védőkapcsoló túlterhelés alatti visszakapcsolását.

Kapcsolási teljesítmény: 2 kW/500 V " ", 15 kVA .

Olvadóbiztosító

A "  " jelű csatlakozóval sorba van kapcsolva egy közép-lomha / 4 A névleges áramú / olvadóbiztosító, amely 3 A-ig védi az áram méréshatárokat a védőkapcsoló megszólalásáig, továbbá átveszi a védelmet közvetlen rövidzárlatnál is.

Megszakítási teljesítmény: max. 250 A/ 250 V ,

1000 A/ 250 V .

Ez a biztosító, valamint a 2 db tartalék biztosító a fenéklap levételével hozzáférhető.

A fenéklap levétele előtt a műszert feszültségmentesíteni!  
Túlfeszültség levezető

A bemenő kapcsolókkal párhuzamosan kötött túlfeszültség levezető, amelynek az átütési feszültsége kisebb, mint a belső kapcsolásé, meggátolja a kisteljesítményű, a megengedettnél nagyobb feszültségek / feszültség esések / által okozott károkat. Ilyen feszültségek fellelphetnek pl. televízió készülékek, transzduktorok, egyenárammal átjárt nagy induktivitású tekercsek és hasonlók mérésekor.

## Glimmlámpák

A váltakozóáramú méréseknél egyenirányításra alkalmazott diódákat glimmlámpák védik a feszültség csúcsok által okozott károktól.

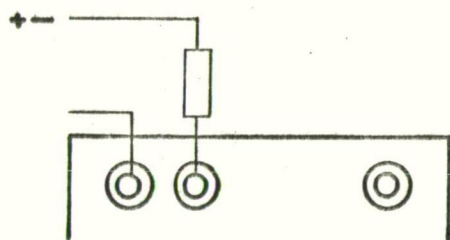
## Védődiódák

A mérőmű a forgatótekeresre kötött 2 db antiparallel kapcsolt diódával külön is védve van.

## 4. Egyenáramú mérések

### Áramerősség mérése

Közvetlen csatlakozás 3 A-ig



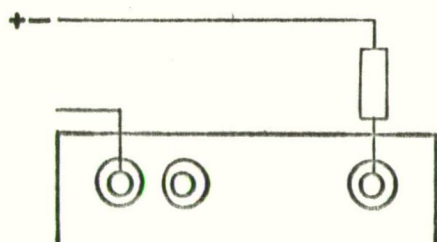
Méréshatárkapcsoló: 3 A...30 A

Nyomógombos kapcsoló: " " és

" + " illetve " - "

Leolvasás: a V, A skálán

Közvetlen csatlakozás 10 A-ig



Méréshatárkapcsoló: 10 A

Nyomógombos kapcsoló: " " és

" + " illetve " - "

Leolvasás: a V, A skálán

**Figyelem!** 10 A-es méréshatárban nincs túlterhelésvédelem!

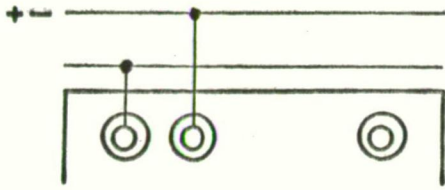
A műszert mindig abba a vezetékbe kapcsoljuk, amelynek a feszültsége a földhöz képest kisebb. A max. feszültség biztonsági okokból az 1000 V-ot nem lépheti túl!

### Feszültség mérése

Közvetlen csatlakozás 1000 V-ig / 31,6 kohm/V /

Méréskapcsoló: 1 kV...100 mV





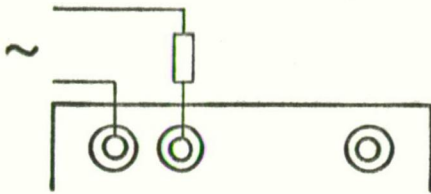
Nyomógombos kapcsoló: "==" és  
" + " illetve " - "

Leolvasás: a V, A skálán

## 2.5.5. Váltakozó áramú mérések

### Áramerősség mérése

Közvetlen csatlakozás 3 A-ig



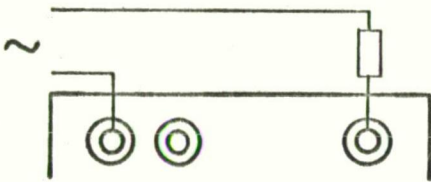
Méréshatárkapcsoló: 3 A...

0,3 mA

Nyomógombos kapcsoló: "~"

Leolvasás: a V, A skálán

Közvetlen csatlakozás 10 A-ig



Méréshatárkapcsoló: 10 A

Nyomógombos kapcsoló: "~"

Leolvasás: a V, A skálán

**Figyelem!** A 10 A-os méréshatárban nincs túlterhelésvédelem!

A műszert mindig abba a vezetékbe kapcsoljuk, amelynek a feszültsége a földhöz képest kisebb. A max. feszültség biztonsági okokból az 1000 V-ot nem lépheti túl.

### Feszültség mérése

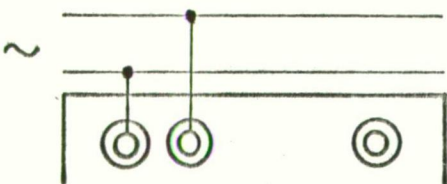
Közvetlen csatlakozás 1000 V-ig

Belső ellenállás : 0,3 V-nál 31,6 ohm

1 V-nál 316 ohm

3 V-nál 3,16 kohm

10...1000 V-nál 5 kohm/V



Mérés határkapcsoló: 1 kV...0,3 V

Nyomógombos kapcsoló: " $\sim$ "

Leolvasás: a V, A skálán

Áramerősség és feszültség mérése váltakozó áramon 100 kHz frekvenciáig

Annak érdekében, hogy a nagy mérési pontosságot 100 kHz-ig biztosítsuk a műszer " " jelű kapcsát lehetőleg közvetlenül a földre, vagy a földhöz képest a legkisebb potenciálú pontra kell kötni. Nagyobb frekvenciákon a kb. 50 pF értékű saját kapacitás csökkenti a belső ellenállást.

6. Egyásra szuperponált egyen- és váltakozó áram mérése

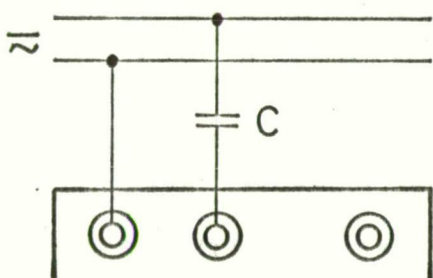
Mérés az egyenáramú összetevő kizárása nélkül

A beépített áramváltó lehetővé teszi az egyen- és váltakozó áramú összetevő elkülönített mérését. A méréseket az áramerősség, illetve feszültség mérésére vonatkozó szakaszok szerint kell olvégezni. A kiválasztott egyenáramú mérés határ 1,5-szeresénél nem nagyobb csúcsértékű váltakozó áramú összetevő nem befolyásolja az egyenáramú összetevő mérési pontosságát. Hasonló a helyzet a váltakozó áramú összetevő mérésekor, ha az egyenáramú összetevő nem lépi túl a kiválasztott váltakozó áramú mérés határt. Fentiek alapján mindkét áram nem mérésére ugyanazt a mérés határt választjuk és alacsonyabb mérés határakra kapcsolás előtt mindig mérjük meg az egyen- és váltakozó áramú összetevőt.

## Mérés az egyenáramú összetevő kizárásával

Ha váltakozó áramú feszültségmérésnél hangfrekvencia tartományban az egyenáramú összetevőt ki akarjuk a műszerből rekeszteni, akkor egy alkalmasan megválasztott kondenzátort kell a műszerrel sorba kapcsolni.

Ajánlatos egy 1,2 F-os 630 V üzemi feszültségű kondenzátort választani. Ennek a kondenzátornak az alkalmazásánál a járulékos hiba max. 0,2% a 10 V-os méréshatáron 50 Hz-nél nagyobb frekvenciákon, a 30...300 V méréshatárokon pedig 15 Hz feletti frekvenciákon.



Annak érdekében, hogy a kondenzátor tönkre ne menjen az üzemi feszültségét nagyobbra kell választani a kizárandó egyenfeszültségnél. A váltakozó feszültség mérését a le-

íratnak megfelelően kell elvégezni.

A mérés a belső ellenállással sorba kapcsolt kondenzátor miatt alacsonyabb frekvenciákon frekvenciafüggő lesz.

Minél nagyobb a frekvencia és minél nagyobb a méréshatár, annál kisebb a járulékos hiba az alábbi összefüggés szerint:

$$\Delta F \% = \frac{1,25 \times 10^{12}}{r^2 R^2 C^2}$$

ahol  $f$  = frekvencia Hz-ben,

$R$  = belső ellenállás ohm-ban,

$C$  = kapacitás  $\mu F$ -ban,

$\Delta F$  = negatív járulékos hiba a leolvasás %-ában.



## 7. Ellenállásmérés

Ellenállásmérésnél a mérőkapcsolás egy állandó áramot szolgáltató áramforrásról van táplálva, amelyet egy 1,5 V-os szabványos szárazelem / 1,5 V, IEC-R 20 Ø 34 x 61 mm leak-proof / lát el feszültséggel vagy közvetlenül, vagy pedig egy egyenáramú feszültség átalakítón keresztül.

A telep a fenéklap levétele után helyezhető be a teleptérbe a polaritás figyelembevételével.

A telep állapotát időnként ellenőrizzük.

A végkiterés beállítása az "Ω" gombbal történik, nyitott kapesoknál. A kapesokon lévő mérőfeszültség polaritása a nyomógombos kapcsolóval választható meg úgy, hogy a pozitív pólus lenyomott "+" gombnál a "±" jelű kapeson van. A mérendő ellenállás max. terhelése a 6. oldalon lévő táblázaton, vagy a fenéklapon található.

A mérés elvégzése:

Nyomógombos kapcsoló: "Ω" gombot lenyomni. 1/

Méréshatárkapcsoló: a kívánt "Ω" mérés határra állítani.

Mérés előtti beállítás: nyitott kapesok mellett a mutatott az Ω-szabályozó gombbal az Ω, kΩ, MΩ-skála ∞ pontjára kell állítani. 2/

Mérés és leolvasás: a mérendő ellenállást a csatlakozó kapesokra kötjük. Az Ω, kΩ, MΩ-skálán leolvasott érték a mérés határszorzóval szorozva adja a mért értéket.



Ellenállásmérés után a méréshatárkapcsolót állítsuk egy tetszőleges áram vagy feszültség méréshatárra, különben a telep kimerül.

Az  $\Omega \times 10$ ,  $k\Omega \times 1$  és  $k\Omega \times 10$  méréshatárokon tranzisztoros kapcsolásokban lévő ellenállások is mérhetők ezek ki-forrasztása nélkül, mivel itt a mérőfeszültség kisebb a szilícium tranzisztorok és diódák nyitófeszültségénél. A mérési eredmény kiértékelésénél figyelembe kell venni, hogy a műszer a kívánt ellenállás értékét mutatja-e, vagy egy ezzel összekötött ellenálláshálózatot.

1/ Ha a méréshatárkapcsoló  $\Omega$ - méréshatáron áll és a "  $\sim$  " nyomógombot nyomjuk meg, a műszer kitér ugyan, de sem a végkitérés beállítása, sem az ellenállásmérés nem lehetséges.

2/ Utánállitás csak a  $k\Omega \times 1$  és a  $k\Omega \times 10$  méréshatárok közötti átkapcsolásnál szükséges, egyébként a végkitérés beállítása nem változik.

### 8. Karbantartás

Különös karbantartást a műszer nem igényel. Ajánlatos azonban a telepek állapotát időnként ellenőrizni. Kínült vagy sérült telepet ne hagyjunk a műszerben.

A telepekhez és az olvadóbiztosítóhoz a fenéklap levétele után lehet hozzáférni.

Figyelem! A fenéklap levétele előtt a műszert feszültségmentesíteni kell / csatlakozást megszüntetni / !

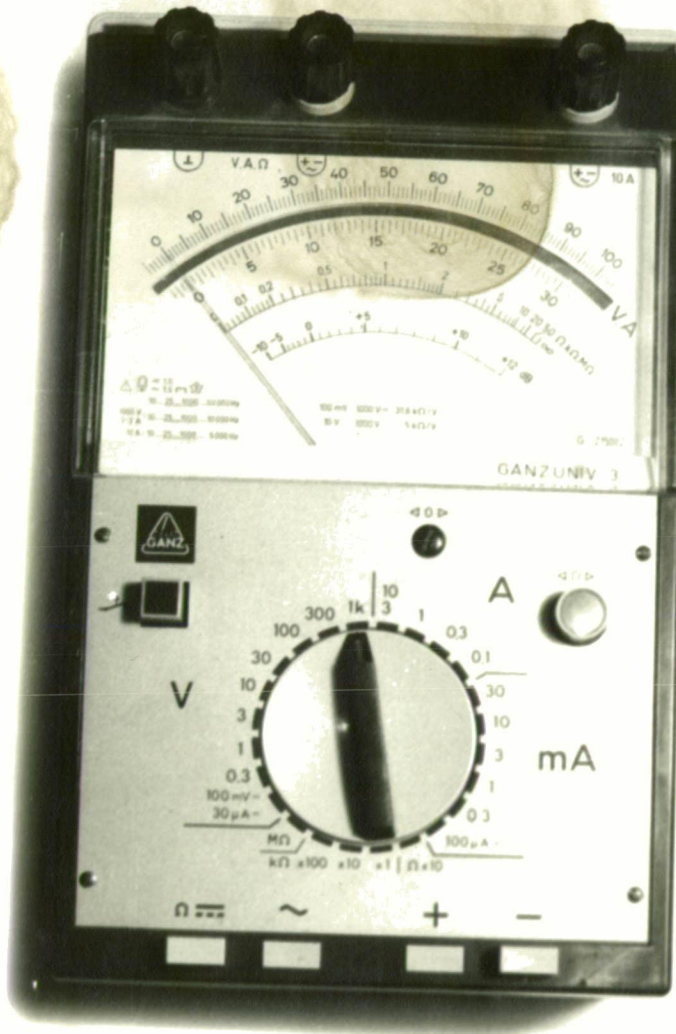
Ügyelni kell, hogy különösen a csatlakozó kábelek közötti felület tiszta legyen, mivel elszennyeződés következtében

csökkenhet a belső ellenállás.

Ha a műszer porral, folyadékkal, vagy hasonló anyagokkal elszennyeződik, akkor tisztításhoz egy száraz, erősebb szennyeződés esetén vízzel megnedvesített puha kendőt használjunk.

A skálafedél tisztításához csak vízzel megnedvesített puha kendőt szabad használni.

A skálafedél belső oldalát sem kendővel, sem más tisztító eszközzel nem szabad érinteni, mivel ez az oldal egy olyan bevonattal van ellátva, amely megszünteti a zavaró sztatikus feltöltődést.



M K - 3

F W T E L J E S I T M É N Y M É R Ő

M Ü S Z E R K Ö N Y V E



FW LABORATORIUMI PRECIZIÓS

TELJESÍTMENYMÉRŐ ELEKTRODINAMIKUS

MÉRŐMŰVEL

## FW laboratóriumi precíziós teljesítménymérő elektro- dinamikus mérőművel

### 1. Alkalmazás

A műszer egyenáramú és egyfázisú váltakozóáramú teljesítménymérésre, valamint előtétellenállással / Tip.: RP - 2 / szimmetrikusan terhelt háromfázisú hálózatban teljesítmény mérésére alkalmas.

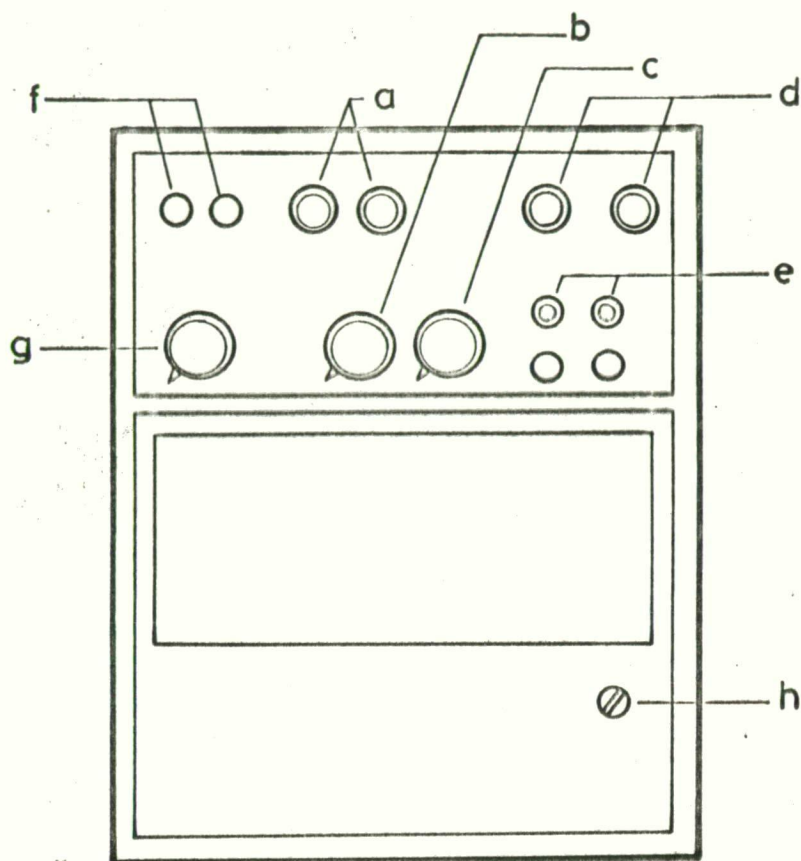
Használható laboratóriumokban, mérőszobákban, hordozható és nagyobb pontosságot igénylő kapcsolótábla teljesítménymérők ellenőrzésére és hitelesítésére, általában a méréstechnika mindazon területein, ahol a mérési pontosság iránt nagyobb igényeket támasztanak.

A műszer megadott áram- és feszültségértékeken belül külön tartozék nélkül használható.

Ha váltakozóáramú hálózatban a mérendő teljesítmény feszültsége, illetve árama a megadott értéket túllépi, mérőváltót kell alkalmazni.

Háromvezetékes egyenlően terhelt háromfázisú hálózatban egy teljesítménymérővel végzett mérésnél a csillagpontot / Tip.: RP - 2 / előtétrel lehet kialakítani.

## 2. Leírás



a/ A feszültségág kivezető csavarja

b/ A névleges feszültség forgókapcsolója

c/ A feszültségág pólusváltó kapcsolója

d/ Az áramágak kivezetőcsavarja

e/ A névleges áram dugaszos kapcsolója

f/ Megvilágító égő áramforrásának dugasz-, hüvelycsatlakozója

g/ A megvilágító égő forgatógombja

h/ Nullaállító gomb.

A műszer mérőműve elektrodinamikus rendszerű. Lengőrésze feszített szálal, mely kiküszöböli a súrlódási hibát és a mecha-

nikai rázással szemben érzéketlenebbé teszi a műszert.

Az elektrosztatikus árnyékolás, mellyel a mérőmű el van látva, az álló- és lengőrész között a nem kívánt elektrosztatikus nyomaték kialakulását gátolja.

A kettős mágneses árnyékolás nagy permeabilitású és csekély koercitív erejű árnyékolóbúráival homogén és inhomogén zavaróterekkel szemben nagyon jó védelmet biztosít.

A környezeti hőmérséklet változására a műszer jól hőkompenzált. A fénymutató és a gondosan kialakított műszerskála biztosítja a parallaxismentes kényelmes leolvasást.

### 3. Műszaki adatok

Tipus	FW 30 - 600 V
Pontossági osztály	
MSZ 808 szerint	0,2
Teljesítménytényező / $\cos \varphi$ / a végkitérésnél $U_n$ és $I_n$ mellett	1
Frekvenciatartomány	<u>30...400...</u> ...1000 Hz
Próbafeeszültség	
/ $U_x$ és $I_x$ között is /	2 kV, 50 Hz
Névleges feszültség / $U_n$ /	30-60-120-240- 360-600 V
Névleges áramerősség / $I_n$ /	0,025 - 0,050 A 0,1 - 0,2 A 0,5 - 1 A 2,5 - 5 A 5 - 10 A



	/ 0,3...0,5...1,5...2 /
	Un max 650 V
Feszültségtartomány	In= 5-10 A-nél
	/ 0,5...0,8...1,5...2 /
	Un max 650 V
Feszültségág	
áramfelvétele Un-nél	5 mA
Áramág max	
Teljesítménye	0,6 VA
In-nél / 50 Hz /	

A feszültség referencia- és névleges használati tartománya

/ 0,3...0,5...1,5...2 / Un jelentése, ha  $U_n = 30$  V

Referenciatartomány: 15 V ...45 V

Névleges használati tartomány: 10 V ...60 V

15 V...45 V közötti feszültséggel és a megfelelő árammal  $\cos \varphi = 1$  esetén végzett mérésnél a hiba nem nagyobb, mint a méréshatár 0,2 %-a.

10 V...15 V és 45 V...60 V közötti feszültséggel és a megfelelő árammal  $\cos \varphi = 1$  esetén végzett mérés értéke a 15 V-on illetve 40 V-on mért értékhez viszonyítva a méréshatár 0,2%-ánál nem nagyobb mértékben változik meg.

Az áramág ellenállása és induktivitása

Típus	Névleges áram $J_n$ / A /		Ellenállás / ohm /		Induktivitás /mH/	
FW 30-600	0,025	0,05	35	8,9	22	5,3
	0,1	0,2	2,1	0,55	1,3	0,32
	0,5	1	0,13	0,032	0,050	0,013
	2,5	5	0,023	0,006	0,0029	0,0008
	5	10	0,02	0,005 <sup>4</sup>	0,0016	0,0005

#### 4. A teljesítménymérő bekötése

A teljesítménymérő helyes bekötését mind hasznos, mind meddő teljesítmény mérése esetén kapcsolási példák mutatják. / Lásd 8. Kapcsolási példák. /

Az energiaforrással összekötendő áramkivezetőt, valamint ugyanarra a vezetékre kötendő feszültségágnak a kivezetőjét \* jellel jelöltük.

Névleges áram kiválasztása

A műszer két névleges áramértéke közül a szükségeset dugaszos kapcsolóval lehet kiválasztani. A dugaszokat a kisebb névleges áramerősségnél a felső két dugaszhüvelybe, míg a nagyobb névleges áramerősségnél az alsó két dugaszhüvelybe dugaszoljuk.

A dugaszt dugaszolás közben a tengelye körül lassan forgatjuk. Ezzel biztosítjuk a kapcsoló kis átmeneti ellenállását.

Az áramkörbe bekötött műszernél az átkapcsolást úgy véghezvük, hogy az egyik dugó átdugaszolása után dugaszolják át a másikat. Így egy dugó mindig dugaszolva van és ezzel az áramág nem kívánt megszakítását elkerülhetjük.

Névleges feszültség kiválasztása

A műszer névleges feszültségét a forgókapcsolóval választjuk ki.

## 5. Előkészület a méréshez

### A fényjel beállítása

A 6 V 5 W-os izzó üzemeltetéséhez szükséges áramforrást a 6 V jelzésű dugaszhüvelyhez csatlakoztatjuk. Áramforrásként a legmegfelelőbb a Tip.: TT - 2 /220/6 V 5 W / transzformátort alkalmazni.

A megvilágító égő forgató gombját addig forgatjuk, míg a skálán jól megvilágított fényjelet nem kapunk. Ugyanis az égő a forgatógomb jobbra, illetve balra forgatásával a forgástengely irányában felfelé, illetve lefelé való mozgása közben helyzetét jobbra-balra is változtatja. Ily módon az izzószálat az optikai tengely vonalába jól be lehet szabályozni.

Égőcserénél a forgatógombot megfogva az égőtartót kihúzzuk, majd az égőcsere után a tartót ütközésig visszatoljuk.

### Nullaállás

Ha a fényjel nem áll nullán, akkor a nullaállító gomb forgatásával nullára állítjuk. A beállítón után a nullaállító gombot a holtjótékon belül célszerű egy kicsit visszaforrottni. Ezzel kiküszöböljük azt, hogy a műanyag tok esetleg mérés közbeni esetleg elhúzódnása a fényjel helyzetére kihatsón.

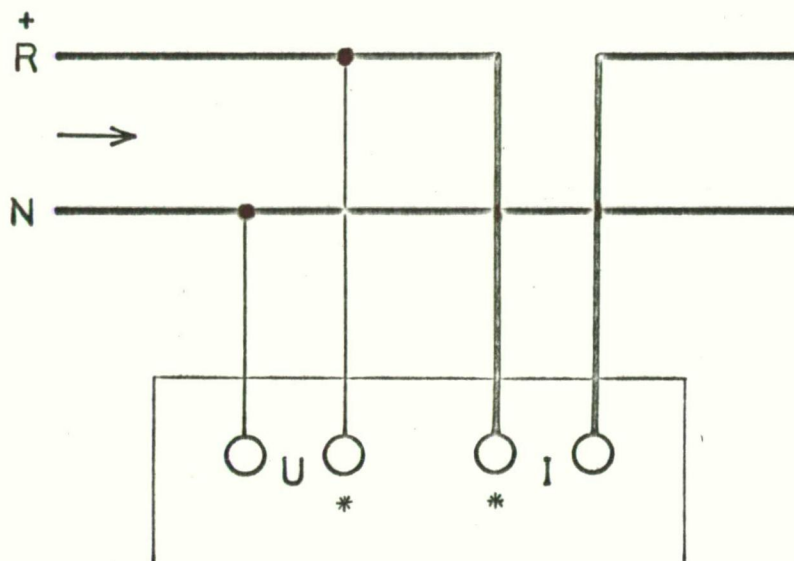
## 6. A teljesítménymérő saját fogyasztásának korrekciója

A teljesítménymérő által mutatott teljesítmény és a mérendő teljesítmény között - a műszer áram- vagy feszültségágának fogyasztása miatt - különbség mutatkozik.



A lehetséges eseteket a következő kapcsolások mutatják.

a/ A feszültségág az áramág elé van  
kapcsolva



Ebben az esetben a teljesítménymérő áramágén a fogyasztó árama folyik át. A feszültségágon átfolyó áram viszont a fogyasztón és az áramágon eső feszültség összegével arányos. Ezért a teljesítménymérő többet mér  $P_w$ , mint a fogyasztó teljesítménye  $P_f$ . Az eltérés az áramág teljesítménye  $P_i$ .

A műszer által mért teljesítmény.

$$P_w = P_f + P_i$$

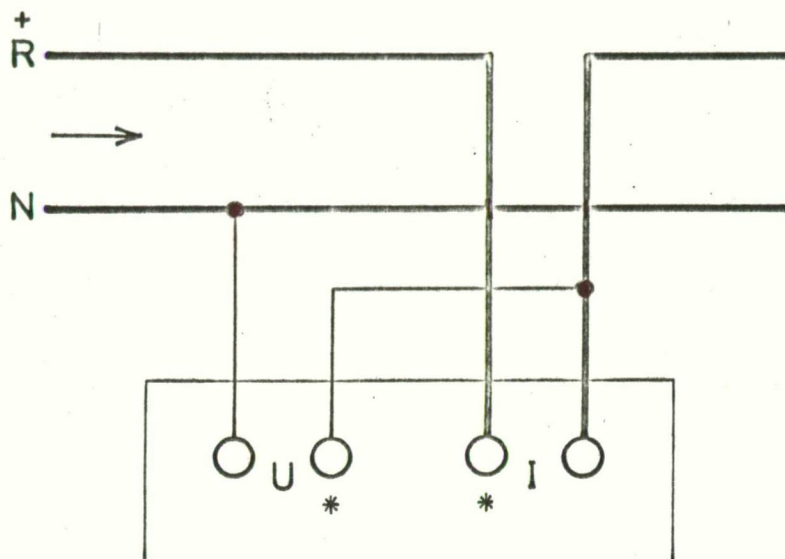
ahol

$$P_i = I^2 \cdot R_i$$

$I$  az áramág árama

$R_i$  az áramág ellenállása / az adattáblán megadva /

b/ A feszültségág az áramág után van  
kapcsolva



A feszültségág és a fogyasztó azonos feszültségen van.

Az áramágon a fogyasztó és a feszültség áramának összege folyik át. Ezért a teljesítménymérő többet mér /  $P_w$  /, mint a fogyasztó teljesítménye /  $P_f$  /.

Az eltérés a feszültségág teljesítménye /  $P_v$  /.

A műszer által mért teljesítmény.

$$P_w = P_f + P_v$$

ahol

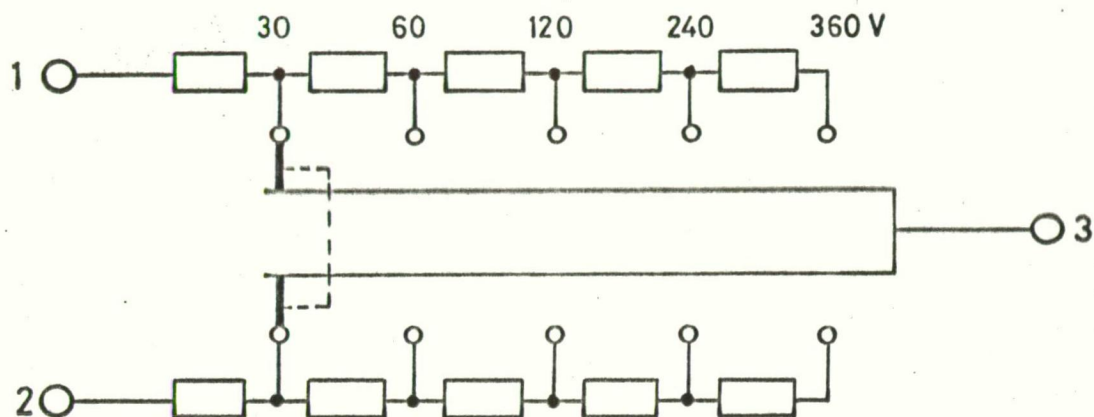
$$P_v = \frac{U^2}{R_v}$$

U a feszültségág feszültsége

$R_v$  a feszültségág ellenállása

## 7. Különálló előtétellenállás

Az FW műszer különálló előtétellenállása a tip.: RP - 2



Tip.: RP - 2 előtétellenállást egyenlően terhelt háromvezetékes váltakozóáramú hálózatoknál használjuk mesterséges csillagpont kialakítására.

Műszaki adatok:

Fontossági osztály: 0,05 MSZ 808 szerint

Referencia tartomány: 30...65 Hz

Méréshatár: 30-60-120-240-360 V

Méretek: 202 x 110 x 97 mm

A mérőhatár kiválasztása forgókapcsolóval történik.

Az előtét alkalmazását példával mutatjuk be. / Lásd: 8.

Kapcsolási példák. /

## 8. Kapcsolási példák

### I. Jelölések

P hasznos teljesítmény Watt-ban

Q meddő teljesítmény var-ban

$\alpha$  a műszer kitérése skálaosztásban / sko /

C állandó  $\frac{W}{sko}$  - ban, vagy  $\frac{var}{sko}$  - ban

$\frac{U}{100 V}$  névleges áttétel 100 V névleges szekunder feszültségváltónál

$\frac{I}{5 A}$  névleges áttétel 5 A névleges szekunder áramú áramváltónál.

### II. Előjel magyarázat

A kapcsolási példáknál megadott képletekbe a műszer kitérését előjel helyesen / a pólusváltó kapcsolóállásának megfelelően / kell behelyettesíteni.

A pozitív érték hasznos teljesítmény / P / mérésénél energiafelvételt jelent, vagyis az energia iránya megegyezik a kapcsolási vázlatban feltüntetett nyíl irányával.

Meddő teljesítmény / Q / mérésénél a pozitív érték induktív meddő teljesítményt jelent. A műszer ellenkező irányú kilengése esetén a pólusváltót át kell kapcsolni.

A C állandó a műszer egy osztásnyi kitéréséhez tartozó teljesítményértékét jelenti, melyet a táblázat tartalmaz.

Hasznos teljesítmény mérése

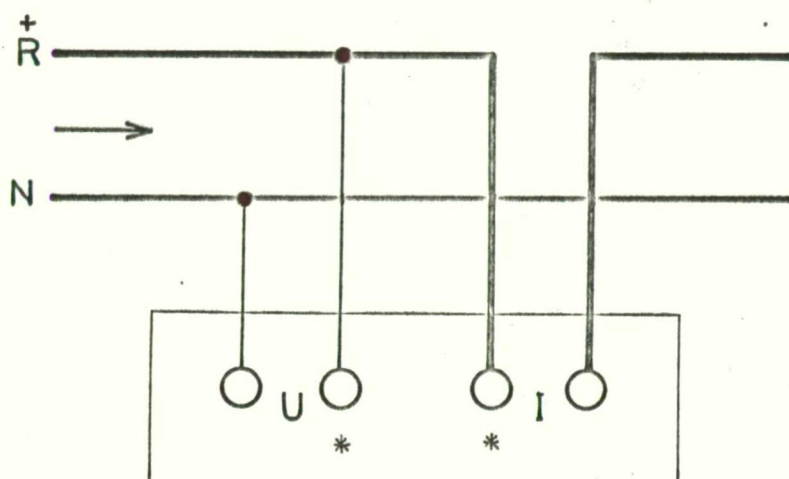
Direkt / mérőváltó nélküli / méréseknél célszerű a műszert



úgy bekötni, hogy a \* jelű kivezetők azonos potenciálon legyenek.

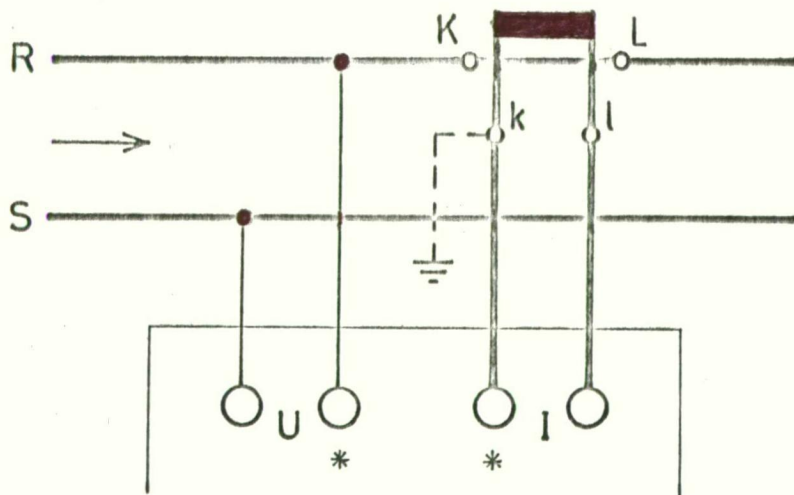
A kapcsolási példák így készültek.

a/ Teljesítménymérés egyenáramú és egyfázisú váltakozóáramú hálózatban



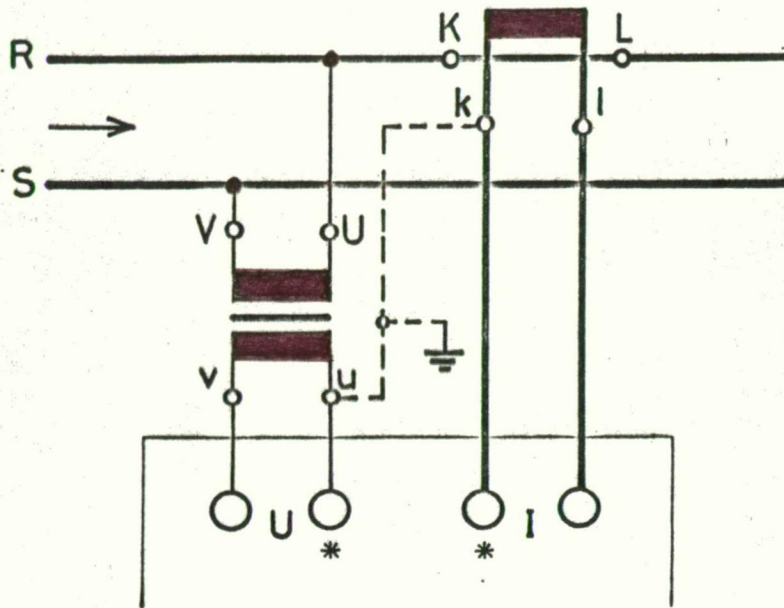
$$P = C \cdot \alpha \quad / \quad W \quad /$$

b/ Teljesítménymérés egyfázisú váltakozóáramú hálózatban áramváltó alkalmazásával



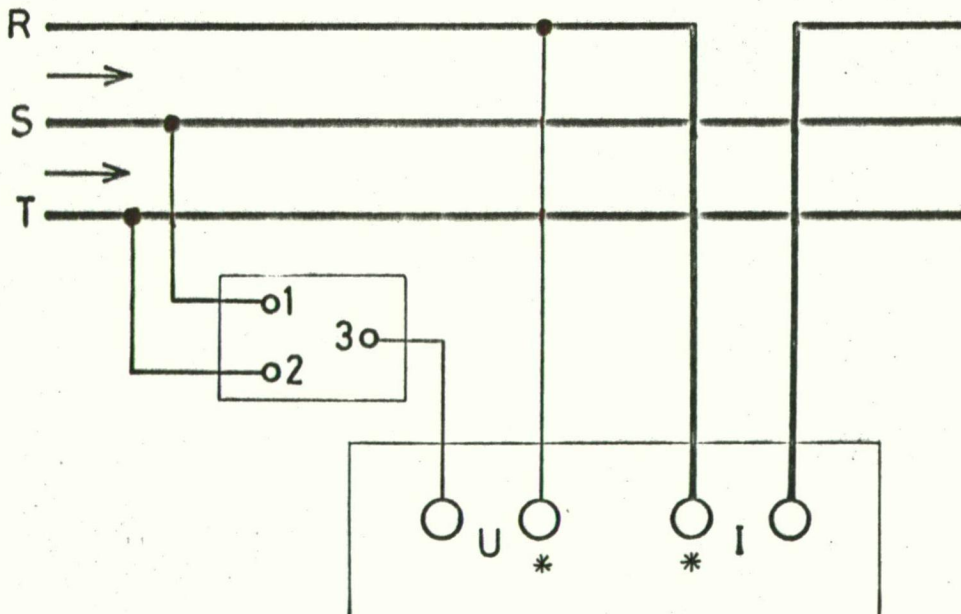
$$P = \frac{1}{5 \text{ A}} \cdot C \cdot \alpha \quad / \quad W \quad /$$

c/ Teljesítmény mérése egyfázisú váltakozóáramú hálózatban  
áram- és feszültségváltó alkalmazásával



$$P = \frac{1}{5 \text{ A}} \cdot \frac{U}{100 \text{ V}} \cdot C \cdot \alpha \text{ / W /}$$

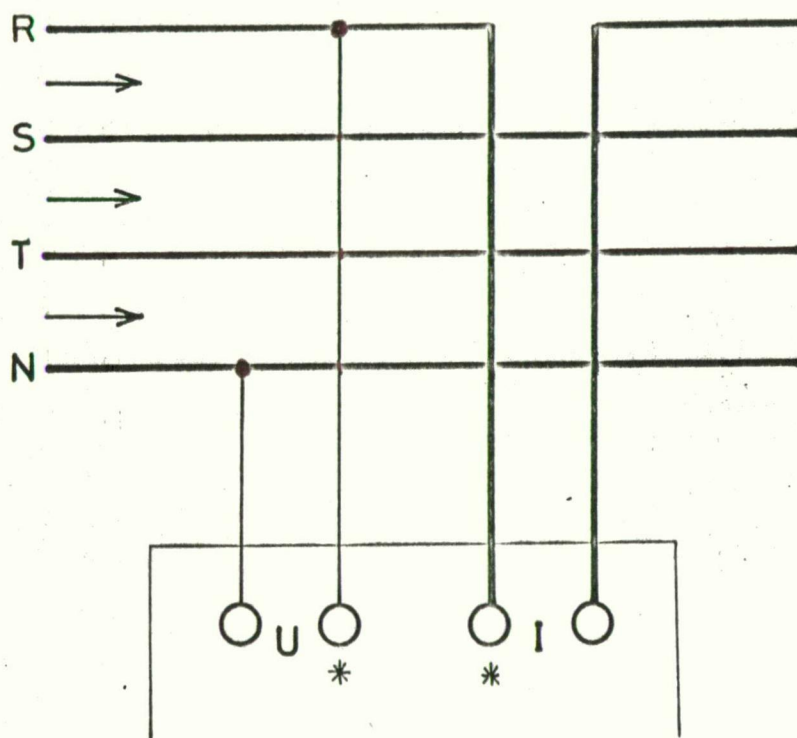
d/ Teljesítmény mérése egyenlően terhelt háromvezetékes  
háromfázisú hálózatban



$$P = 3 \cdot C \cdot \alpha \text{ / W /}$$

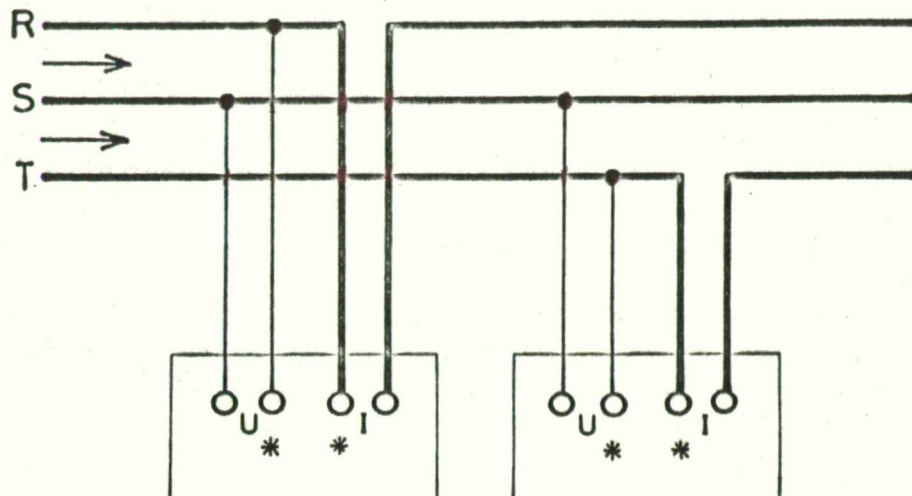
Az előtétellenállás / Tip.: RP - 2 / felhasználásával mesterséges csillagpontot alakítunk ki. A műszer és az előtétellenállás feszültségkapcsolóját azonos értékű feszültségre kell állítani. A C érték kikeresésénél ezt a feszültséget kell figyelembe venni.

e/ Teljesítménymérés egyenlően terhelt négyvezetékes háromfázisú hálózatban



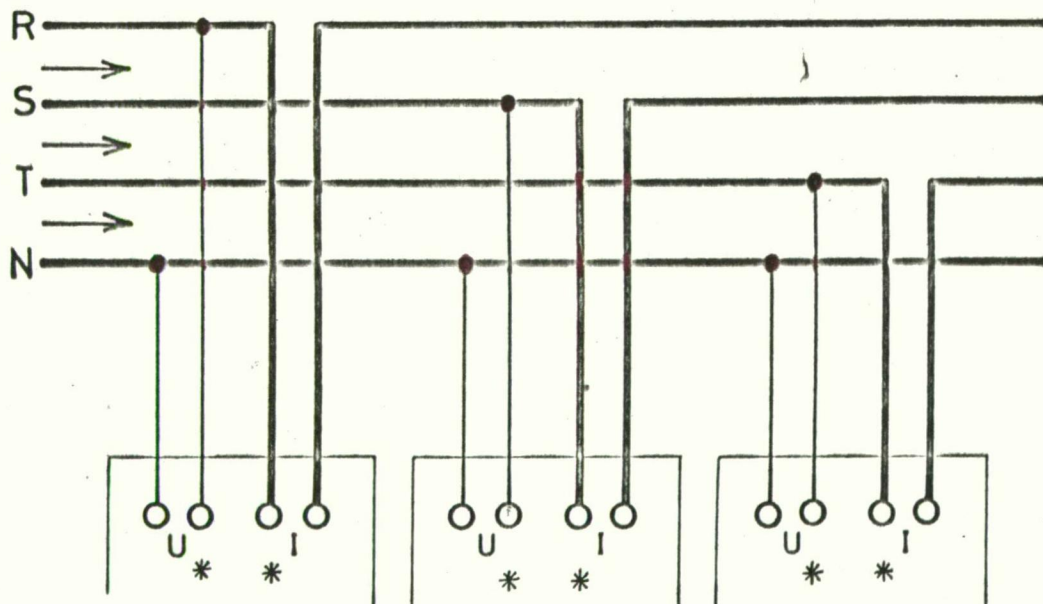
$$P = 3 \cdot C \cdot \alpha / W /$$

f/ Teljesítménymérés egyenlőtlenül terhelt háromvezetékes háromfázisú hálózatban



$$P = C \cdot \frac{1}{1} + \frac{2}{2} \cdot \frac{1}{W} /$$

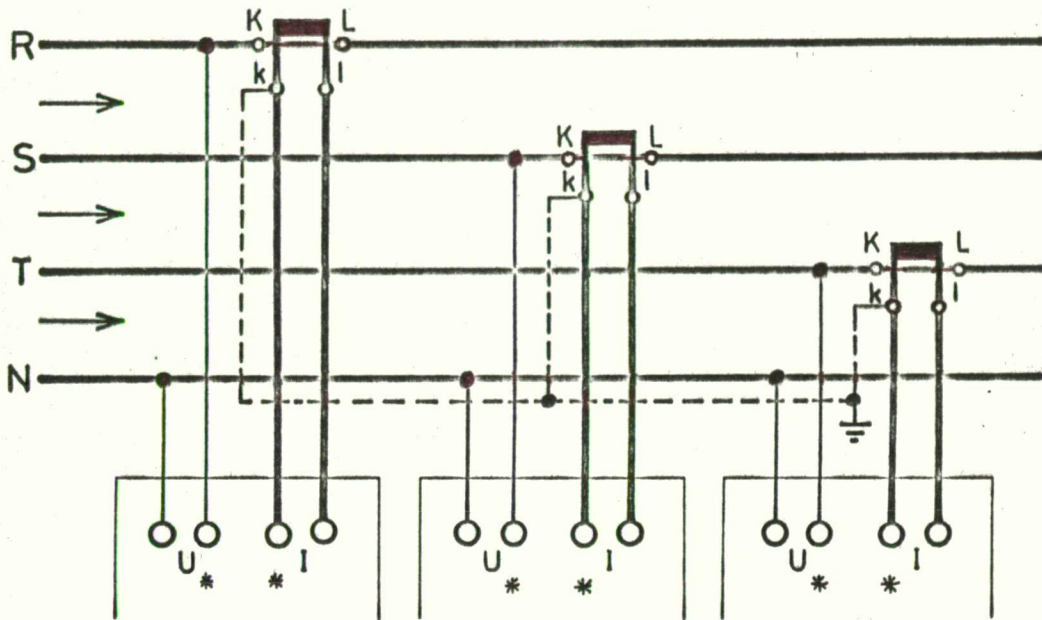
g/ Teljesítménymérés egyenlőtlenül terhelt négyvezetékes háromfázisú hálózatban



$$P = C \cdot \frac{\alpha_1}{1} + \frac{\alpha_2}{2} + \frac{\alpha_3}{3} \cdot \frac{1}{W} /$$



h/ Teljesítménymérés egyenlőtlenül terhelt négyvezetékes háromfázisú hálózatban áramváltó alkalmazásával

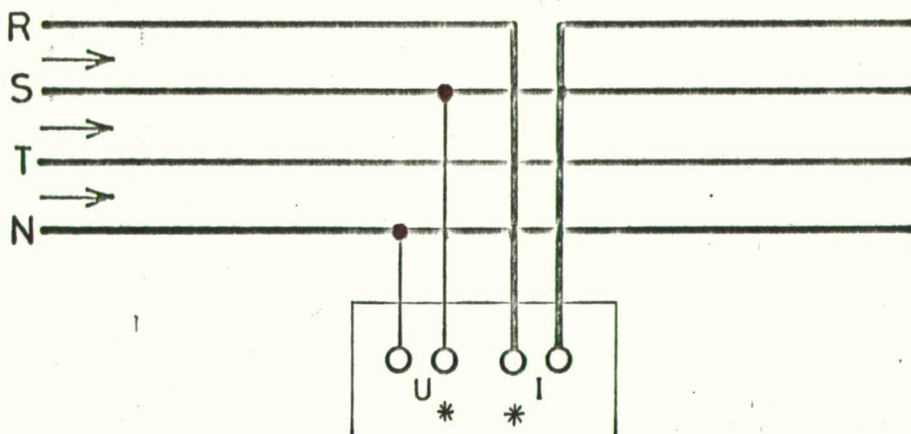


$$P = \frac{1}{5} \cdot C \cdot (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3) \quad / \text{ W } /$$

#### IV. Meddő teljesítmény mérése

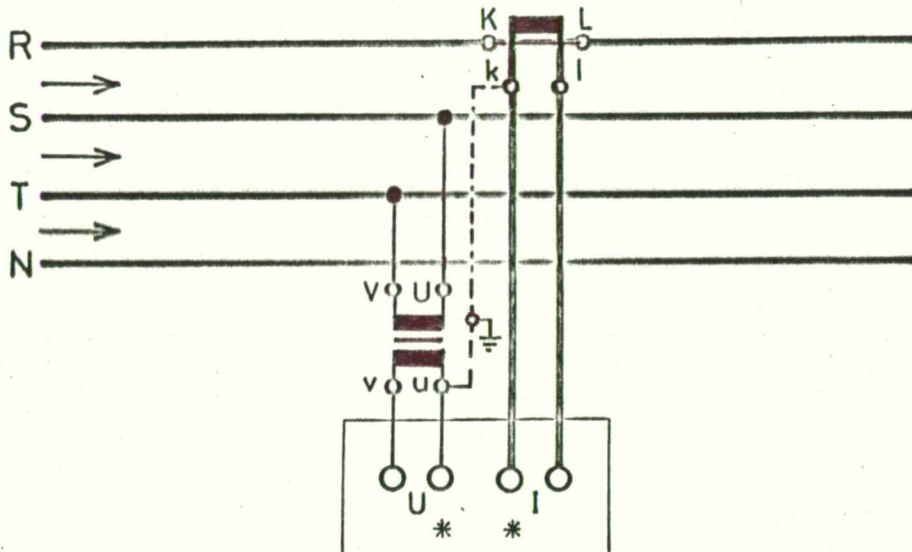
Meddő teljesítmény mérésénél a műszer frekvencia-, referenciartartománya: 30...50 Hz.

a/ Meddő teljesítmény mérése egyenlően terhelt három- és négyvezetékes háromfázisú hálózatban



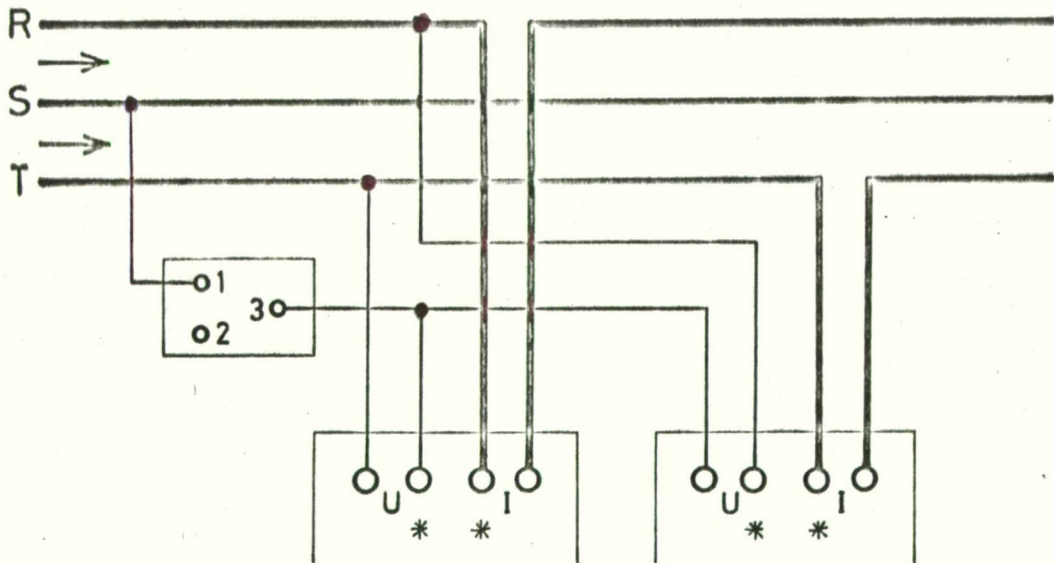
$$Q = \sqrt{3} \cdot C \cdot \alpha \quad / \text{ var } /$$

b/ Meddő teljesítmény mérése egyenlően terhelt három- és négyvezetékes háromfázisú hálózatban áram- és feszültségváltó alkalmazásával



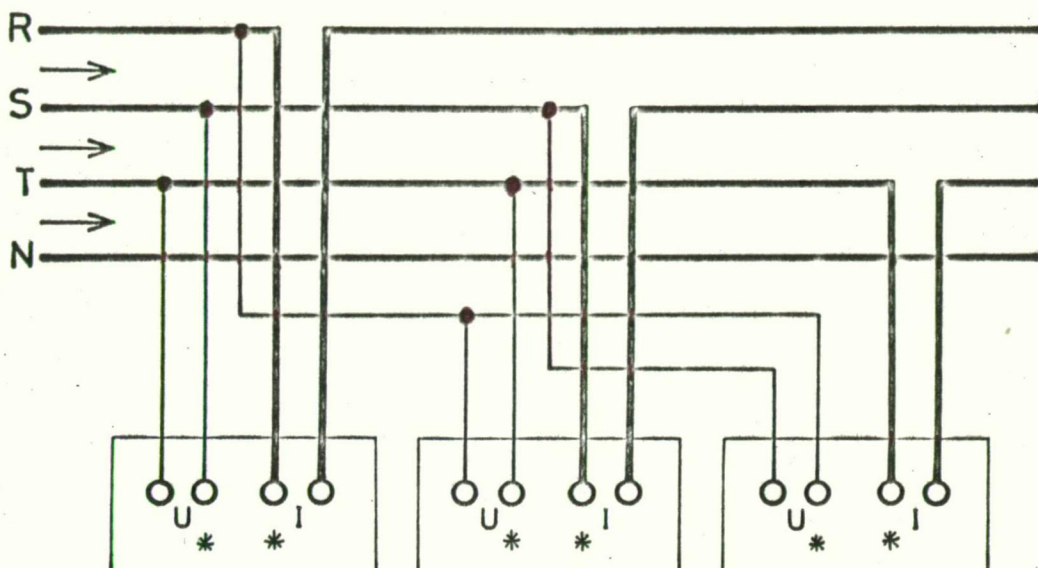
$$Q = \sqrt{3} \cdot \frac{1}{5 \text{ A}} \cdot \frac{U}{100 \text{ V}} \cdot C \cdot \alpha \quad / \text{ var} /$$

c/ Meddő teljesítmény mérése egyenlőtlenül terhelt háromvezetékes háromfázisú hálózatban



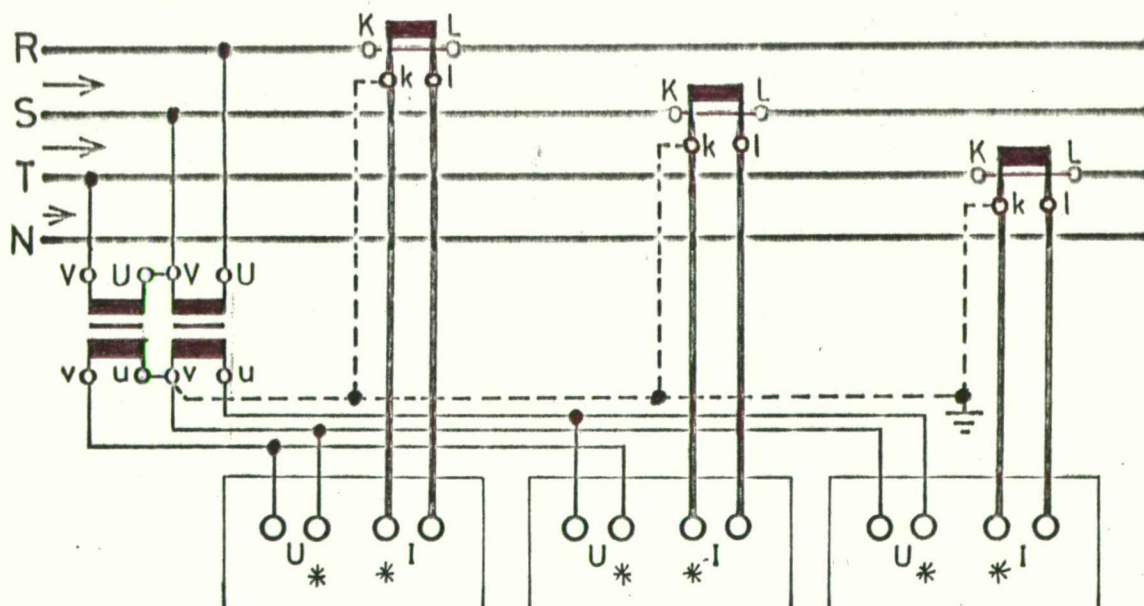
$$Q = \sqrt{3} \cdot C \cdot / \alpha_1 + \alpha_2 / \quad / \text{ var} /$$

d/ Meddő teljesítmény mérése egyenlőtlenül terhelt négyvezetékes háromfázisú hálózatban



$$Q = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot C \cdot (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3) \quad / \text{ var } /$$

e/ Meddő teljesítmény mérése egyenlőtlenül terhelt négyvezetékes háromfázisú hálózatban áram- és feszültségváltó alkalmazásával



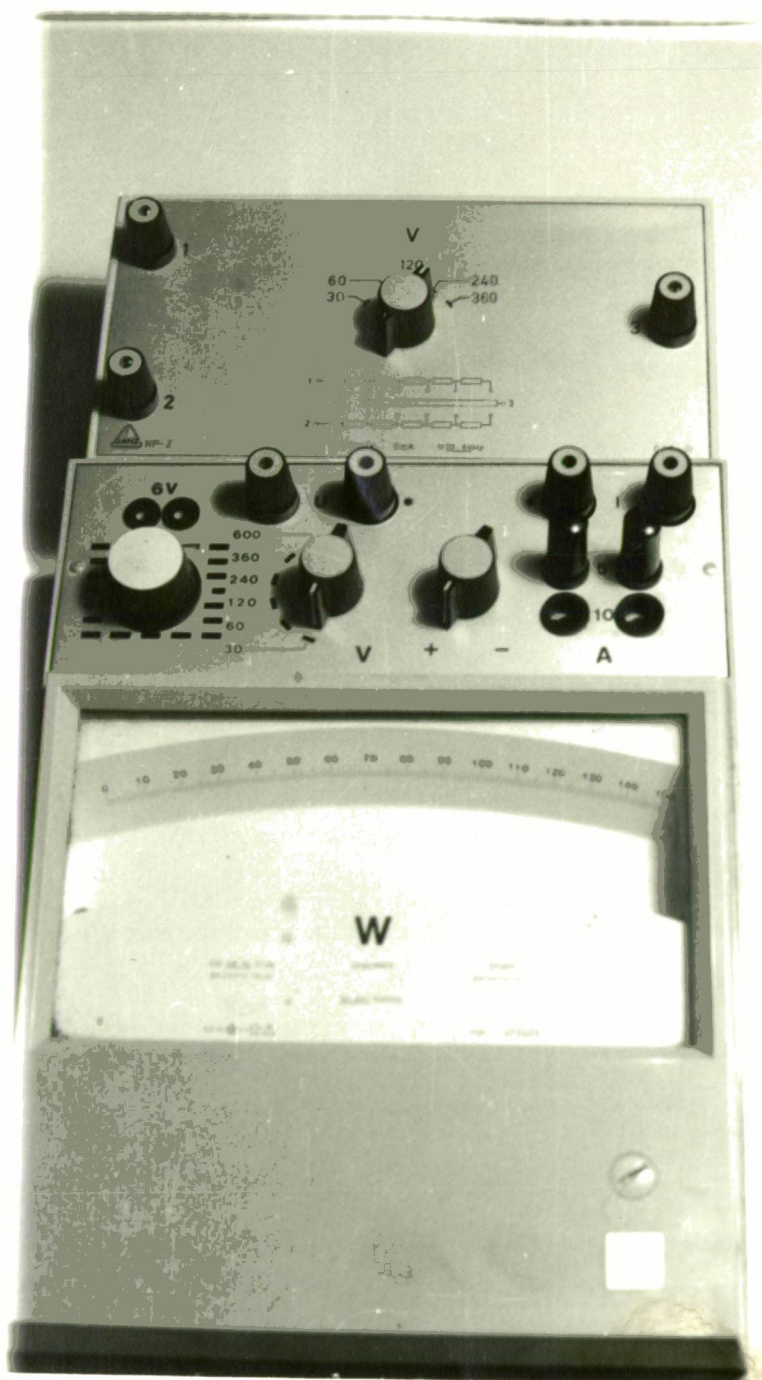
$$Q = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{5 \text{ A}} \cdot \frac{U}{100 \text{ V}} \cdot C \cdot (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3) \quad / \text{ var } /$$

9. C állandó táblázata

PW 30 - 600 V

Névleges feszültség $U_n$ /V/						
	30	60	120	240	360	600
Névleges áramerősség $I_n$ / A /	C állandó					
0,025	0,005	0,01	0,02	0,04	0,06	0,1
0,05	0,01	0,02	0,04	0,08	0,12	0,2
0,1	0,02	0,04	0,08	0,16	0,24	0,4
0,2	0,04	0,08	0,16	0,32	0,48	0,8
0,5	0,1	0,2	0,4	0,8	1,2	2
1	0,2	0,4	0,8	1,6	2,4	4
2,5	0,5	1	2	4	6	10
5	1	2	4	8	12	20
10	2	4	8	16	24	40





M K - 4

M I N I M U L T I 2 0 0 2

M Ü S Z E R K Ö N Y V E



### Az MM 2002 MINIMULTI rendeltetése

Az MM 2002 típusú digitális multiméter 3 1/2 digitos, folyadékkristályos kijelzésű, igen kis fogyasztású, kis méretű, telepeselemű mérőműszer. egyen- és váltakozófeszültségek, egyen- és váltakozóáramok, kis és nagy értékű ellenállások mérésére, valamint diódák és tranzisztorok vizsgálatára.

### Az MM 2002 MINIMULTI tartozékai

- 1 db MM 2002 multiméter
- 1 db MM 2002 műszerkönyv
- 2 db MM 2002 mérőzsinór
- 3 db WICHMANN FF 5x20 19 230-3,15 A gyors olvadó biztosító betét

### Az MM 2002 MINIMULTI műszaki adatai

#### Kijelzés

A mérési eredmény 3 1/2 digitos folyadékkristályos kijelzőn jelenik meg, előjelhelyesen.

#### Alapkiépítés

A multiméterrel 5 különböző funkcióban, feszültségméréskor 5, ellenállások mérésekor 6, áramméréskor 4 méréshatárban végezhetünk méréseket. Az ellenállásmérő funkcióban a különböző méréshatárokon diódák és tranzisztorok is vizsgálhatók.

Műszaki adatok / 1 év,  $23 \pm 5^\circ \text{C}$  /



# Egyenfeszültségmérés:

/100 mikroV ... 1000 V/

Méréshatárok	Érzékenység
200.0 mV	100 mikro V
2.000 V	1 mV
20.00 V	10 mV
200.0 V	100 mV
1.000 V	1 V

Túlfeszültség: a beállított méréshatárnál nagyobb feszültséget a műszer nem méri, hanem túlcordulást jelez.

/Kivéve az 1000 V mérőhatárt./

Túlfeszültségvédelem: A feszültségmérő bemeneteken a 200 mV méréshatárban 220 V 50 Hz vagy 300 VDC, a többi mérőhatárban pedig 500 V 50 Hz vagy 1000 VDC feszültséget károsodás nélkül, tartósan elvisel a műszer. Ezeknél nagyobb feszültségek a műszer károsodását okozhatják!

Méréshatárok	Mérési hiba
200.0 mV 2.000 V 20.00 V	$\pm /0,15 \% + 1 D/$
200.0 V 1000 V	$\pm /0,5 \% + 1 D/$

Tápfeszültségfüggés : 0,075 %/V

Járolékos hőmérséklet hiba : 0,02 % /°C

Bemeneti ellenállás : 10 Mohm

Bemenő áram : 200 pA

A közös módusú zajelnyomási tényező : CMR>60 dB

A közös módusú zavarjel amplitudó és a zavarjel által okozott hiba hányadosa 1 kOhm-ra kiegyenlített mérőbemenetekenél 50 Hz-en.

Soros módusú zajelnyomási tényező :  $SMR > 50$  dB

Szimmetrikus hálózati zavarójelekre, a soros zavarójel amplitudó és az általa okozott hiba hányadosa, 50 Hz-en.

Megjegyzés: a mérendő jel és a soros módusú zavarójel amplitudójának összege nem haladhatja meg a kijelölt méréshatár által meghatározott értéket.

### Váltakozó feszültségek mérése

A műszer a váltakozó feszültség abszolút középértékét méri és effektív értéket jelez. Szinuszos jelekre van kalibrálva.

Mérési tartomány :	100 mikroV ... 500 V
Méréshatárok	Érzékenység
200.0 mV	mV
2.000 V	100 mikroV
20.00 V	1 mV
200.0 V	10 mV
500 V	100 mV
	1 V

Túlfeszültség: A beállított méréshatárnál nagyobb feszültséget a műszer nem méri, hanem túlcordulást jelez.  
/ Kivéve az 500 V méréshatárt./

Túlfeszültségvédelem: A feszültségmérő bemeneteken a 200 mV méréshatárban 220 V 50 Hz, vagy 300 VDC, a többi méréshatárban 500 V 50 Hz vagy 1000 VDC feszültséget károsodás nélkül, tartósan elvisel a műszer. Ezeknél nagyobb feszültségek a műszer károsodását okozhatják.

Méréshatárok	Frekvencia tartomány	Mérési hiba szinuszos jelekre
200.0 mV	... 100	$\pm /1\% + 10 D/$
2.000 V	45 Hz ... 50 kHz	
20.00 V	... 20	
200.0 V	24 Hz ...	
500 V	65 Hz	

Tápfeszültségfüggés : 0,075 %/V  
Járlékos hőmérsékletlethiba: 0,02 %/°C  
Bemenő impedancia: 10 M || 100 pF  
Beállási idő ≤ 5 s

Egyenáramok mérése

Mérési tartomány: 1 mikroA ... 2 A

Méréshatárok	Érzékenység	Mérőellenállás
2.000 mA	1 mikro A	100 R
20.00 mA	10 mikro A	10 R
200.0 mA	100 mikro A	1 R
2000 mA	1 mA	0,1 R

Túláram: a beállított méréshatárnál nagyobb értékű áramot a műszer nem méri, hanem túlsordulást jelez.

Túláramvédelem: az árammérő bemenetekre adott 2 A-nál nagyobb bemenőáram esetén a beépített gyors olvadó biztosítóbetét kiolvad és megvédi a készüléket a károsodástól.

Az árammérő bemenetekre adható áram maximális értéke minden méréshatárban : 40 A

Ennél nagyobb áramok a készülék károsodását okozhatják.

Méréshatárok	Mérési hiba
2.000 mA 20.00 mA 200.0 mA 2000 mA	± /1 % + 10 D/

Tápfeszültségfüggés : 0,075 %/V

Járlékos hőmérsékletlethiba: 0,05 %/°C

Mérőfeszültség: minden méréshatárban a beépített söntellen-állásokon keletkező, végkitérésekhez tartozó mérőfeszültség értéke : 200 mV



### Váltakozó áramok mérése

Mérési tartomány :

1 mikroA ... 2 A

Méréshatárok	Érzékenység	Mérőellenállás
2.000 mA	1 mikroA	100 R
20.00 mA	10 mikroA	10 R
200.0 mA	100 mikroA	1 R
2000 mA	1 mA	0,1 R

**Túláram:** a beállított méréshatárnál nagyobb értékű áramot a műszer nem méri, hanem túlesordulást jelez.

**Túláramvédelem:** az árammérő bemenetekre adott, 2 A-nál nagyobb bemenőáram esetén a beépített gyors olvadó biztosítóbetét kiolvad, és megvédi a készüléket a károsodástól. Az árammérő bemenetekre adható áram maximális értéke minden méréshatárban 40 A. Ennél nagyobb áramok a készülék károsodását okozhatják.

Méréshatárok	Frekvencia tartomány	Mérési hiba szinuszos jelekre
2.000 mA	45 Hz ...	$\pm$ /1 % + 15 D /
20.00 mA	... 5 kHz 60 ...	
200.0 mA	25-125 Hz	
2000 mA		

Tápfeszültségfüggés : 0,075 %/V

Járulékos hőmérséklethiba : 0,05 %/°C

**Mérőfeszültség:**

minden méréshatárban a beépített söntellenállásokon keletkező, végkitéréshez tartozó mérőfeszültség értéke : 200 mV

### Ellenállások mérése

Mérési tartomány :

100 mOhm ... 20 MOhm



Méréshatárok	Érzékenység	Mérőáram	Max.mérőfesz.
200.0 Ohm	100 mOhm	1 mA	250 mV
2.000 k	1 Ohm	1 mA	2,5 V
20.00 k	10 Ohm	100 mikroA	2,5 V
200.0 k	100 Ohm	10 mikroA	2,5 V
2000 k	1 k	1 mikroA	2,5 V
20 M	10 k	100 nA	2,5 V

Túlsordulás jelzés : a méréshatárnál nagyobb értékű ellenállásokat a műszer nem méri, hanem túlsordulást jelez.

Feszültségvédelem: az ellenállásmérő bemenetekre a figyelmetlen kezelésből eredően véletlenszerűen jutó feszültség megengedett értéke, amit a készülék tartósan károsodás nélkül elvisel, minden méréshatárban max. 300 VDC vagy 220 V 50 Hz.

Méréshatárok	Mérési hiba
200.0 Ohm	$\pm 0,5 \% + 3 D /$
2.000 k	
20.00 k	$\pm 0,5 \% + 1 D /$
200.0 k	
2000 k	
20 M	$\pm 1 \% + 1 D /$
Tápfeszültségfüggés :	0,02 %/V
Járulékos hőmérséklethiba :	0,02 %/°C
Mérőfeszültség túlsordulásakor:	max 5,2 V

#### Működési feltételek

A készülék csak telepről üzemeltethető!

Névleges telepfeszültség : 9 V

Ajánlott teleptípus : IEC 6F 22

Üzemi tápfeszültség : az a tápfeszültség, amely mellett a készülék a megadott specifikáció szerint működik:

7,5 ... 9,0 V

Üzemi hőmérséklettartomány : az a környezeti hőmérséklettartomány, amely mellett a készülékre a megadott specifikációk érvényesek:  $+ 18^{\circ}\text{C} \dots\dots\dots + 28^{\circ}\text{C}$

Működési hőmérséklettartomány, amelyen a műszer működőképes:  $0^{\circ}\text{C} \dots + 45^{\circ}\text{C}$

Tárolási hőmérséklettartomány: az a környezeti hőmérséklettartomány, amelyen a műszer kikapcsolt állapotban károsodás nélkül raktározható, szállítható:  $- 5^{\circ}\text{C} \dots + 60^{\circ}\text{C}$

A környezeti levegő relatív páratartalma : max. 85 %.

Egyéb műszaki adatok

Teljesítmény felvétel 9,0 V telepfeszültség mellett  
max: 29 mW tip: 15 mW

Átlagos tápáramfelvétel 9,0 V telepfeszültség mellett  
max: 2,2 mA tip: 1,8 mA

Maximális tápáram felvétel 9,0 V telepfeszültség mellett,  
a kijelölt funkciótól és méréshatártól függően  
max: 3,5 mA tip: 2,5 mA

A hálózati védőföld és a műszer COM jelű mérőbemenete közé adható feszültség maximális értéke:  
500 VDC vagy 380 V 50 Hz

Mechanikai méretek : 195 x 85 x 23 mm

Súly: 275 g

#### Működési elv

Az MM 2002 digitális multiméter telepes üzemi mérőműszer, ezért a hálózati védőföldtől függetlenül méri a mérendő mennyiséget, ezáltal a nagyértékű közös módusú zavarójelek esetén is pontosan mér.

Az igen kis fogyasztást és a szokatlanul nagy frekvencia-tartományt, valamint a minden funkcióban és minden méréshatárban hatásos automatikus túlterhelésvédelmet az alkalmazott egyedi megoldású áramkörök biztosítják.

A műszer a következő egységekből áll:

1. Kompenzált osztó áramkör
2. Túláramvédezt áram-feszültség átalakító áramkör
3. AC-DC átalakító áramkör
4. Feszültségvédezt ellenállás-feszültség átalakító áramkör
5. Analóg - digitális átalakító áramkör
6. Tizedespont és előjelmeghajtó áramkör, és alacsony telepérték indikátor
7. Folyadékkristályos kijelző

Az 1, 2, 3, 4, számokkal jelölt mérőátalakítók a mérendő jellemzőket /egyen- és váltakozófeszültség, egyen- és váltakozó áram, valamint ellenállás/ értékeikkel arányosan  $0 \dots \pm 200$  mV nagyságú egyenfeszültséggé alakítják át. Ezt az egyenfeszültséget az analóg - digitális átalakító egy referenciafeszültséggel összehasonlítja, és az eredményt a folyadékkristályos kijelző számára alkalmas meghajtójel sorozattá alakítja.

A kijelzőn a mért mennyiség mérőszáma jelenik meg előjel-helyesen.

Az aktuális nagyságrendet - azaz méréshatárt - tizedespont jelzi.

Túlterheléskor - azaz aktuális méréshatárnál nagyobb mérendő jel esetén - a készülék túlsordulást jelez. Ekkor a kijelzőn csak a legnagyobb helyiértékben lévő 1 számjegy látható.

A készüléket ilyenkor a beépített automatikus-védőáramkörök megvédik a meghibásodástól.



A telep kimerülésekor az összes tizedespont aktiválódik. Ezután a készülék még rövid ideig mérőképes, de figyelmeztet a szükséges telepcserére.

A kívánt funkció és méréshatár kiválasztása nyomógombokkal történik.

Egyen- és váltakozó feszültségek, valamint ellenállások mérésére a "COM" és a "V; kOhm" jelű mérőbemenetek szolgálnak, egyen és váltakozó áramok mérésére pedig a "COM" és a "mA" jelű mérőbemenetek. A készülék bekapcsolása az "ON" jelű nyomógommbal történik. Bekapcsolás után a készülék azonnal üzemképes.

### Használati utasítás

Kezelőszervek és a műszer főbb részei

Kezelőszervek    MM    K

Bekapcsoló nyomógomb:

K 8

Benyomásával a multiméter áramkörei a telepre kapcsolódnak. A műszer azonnal üzemképes. A bekapcsolt állapotot a kijelzőn megjelenő számjegyek mutatják.

Funkcióválasztó nyomógombok:

K1 és K2

A nyomógombok helyzetének kombinációival határozhatjuk meg, hogy a multiméter milyen mérendő mennyiséget mérjen.

K1 és K2 alaphelyzetben:

VDC vagy mADC

előjelhelyesen

K1 alaphelyzetben, K2 benyomva:

VAC vagy mAAC

K1 benyomva, K2 alaphelyzetben:  
átmenet.

kOhm, MOhm, és PN

Méréshatárt kijelölő nyomógombok által a mérendő mennyiségek aktuális méréshatárát jelölhetjük ki:



K3	200 mV	200 Ohm	-
K4	2 V	2 k	2 mA
K5	20 V	20 k	20 mA
K6	200 V	200 k	200 mA
K7	1000/500 V	2000 k	2000 mA

Méréshatárt kijelölő nyomógombok mindegyike alaphelyzetben, a funkcióválasztó gombok közül K1 benyomva: a 20 Mohm mérés határt jelöli ki.

A K3 ... K7 nyomógombokkal kijelölt mérés határt a kijelzőn a megfelelő tizedes pont jelzi.

Kijelző egység : D

Ha a mérő bemenetek a COM jelű közös mérőponthoz képest pozitívabb potenciálon vannak, akkor előjel nélkül történik a kijelzés, ha pedig potenciáljuk negatívabb, akkor a - előjel látható a mérési eredményt kijelző számsor előtt.

A beállított mérés határnak megfelelő aktuális helyi értéket tizedes pont mutatja.

Túlcsordulás jelzés: ha a mérő bemenetekre a mérés határ által kijelölt értéknél nagyobb mérendő jel kerül, a kijelzőn csak a legnagyobb helyi értéken levő 1 számjegy látszik.

Előkijelzés váltakozó feszültség és áram, valamint ellenállások mérésekor nincs.

Alacsony telep indikálás: ha a telepfeszültség 7,4 V alá csökken, akkor a kijelzőn az összes tizedes pont megjelenik.

Mérő bemenetek: CS1, CS2, CS3

A multiméter három mérő bemenettel rendelkezik.

CS1 - V, kOhm

CS2 - mA

CS3 - COM

A COM és a V; kOhm jelű mérő bemenetek között mérhetők az egyen- és váltakozófeszültségek, valamint ellenállások és PN átmenetek.

A COM és mA jelű mérő bemenetek között mérhetők az egyen- és váltakozó áramok.

## A műszer főbb részei MM F

### Műszerdoboz

A doboz a mérőműszer mechanikai védettségét, valamint a kezelő személy és a mérendő jel közötti megfelelő szigetelési ellenállást biztosítja.

A dobozon található a műszer kezeléséhez szükséges feliratok és jelek, valamint a műszer típuszáma, gyártási száma és a gyártó cég emblémája.

A doboz bonthatóan három részből áll:

Előlap	E
Hátlap	H
Zárólemez	Z

Az előlap és hátlap pattinthatóan és 3 db lemez csavarral /M3/ illeszthető egymáshoz, míg a zárólemez pattinthatóan eltávolítható, illetve visszahelyezhető a hátlaphoz, az olvadó biztosítóbetéttel vagy a telep cseréje céljából. A hátlapra ragasztott 3 db védőlemez biztosítja a lemezcsavarok szigetelését /G1, G2, G3/. Az előlapon nem bontható módon a kijelzőt védő átlátszó ablak van.

Szerelt nyomtatott áramköri lemez: X

A multiméter funkcionális áramköreinek, a nyomógomboknak és a kijelzőnek, valamint az olvadó biztosítóbetétnak és a telepnek elektromos összeköttetéseit és azok mechanikai tartását biztosítja.

A nyomtatott lemeznek a zárólemez felőli oldalán található, zárt műszerdoboz esetén is hozzáférhető módon az olvadó biztosítóbetéttel tartó rugó és a telepcsatlakozó.

Védő-árnyékoló fóliák : YA; YF

A multiméter funkcionális áramköreinek nagy impedanciás pontjait védi a külső elektromos zavaró jelektől. A műszer COM jelű pontjával azonos potenciálon vannak.

Mérőzsinórok: M1, M2

A mérőműszer tartozékai: 2 db 1.500 mm hosszú 1 mm<sup>2</sup> keresztmetszetű, különlegesen hajlékony, sokeres, szigetelt vörösréz kábel, a mérendő jel és a mérőműszer összeköttetésére szolgálnak, mindkét végükön banándugóval ellátva. Különbféle színűek.

Telep: T

A mérőműszer funkcionális áramköreinek működéséhez szükséges energiát szolgáltatja. A szerelt nyomtatott áramköri lemezhez telepcsatlakozón keresztül csatlakozik.

Névleges feszültsége : 9 V

Ajánlott teleptípus : IEC 6F 22

Gyorsolvadó biztosítóbetét : B

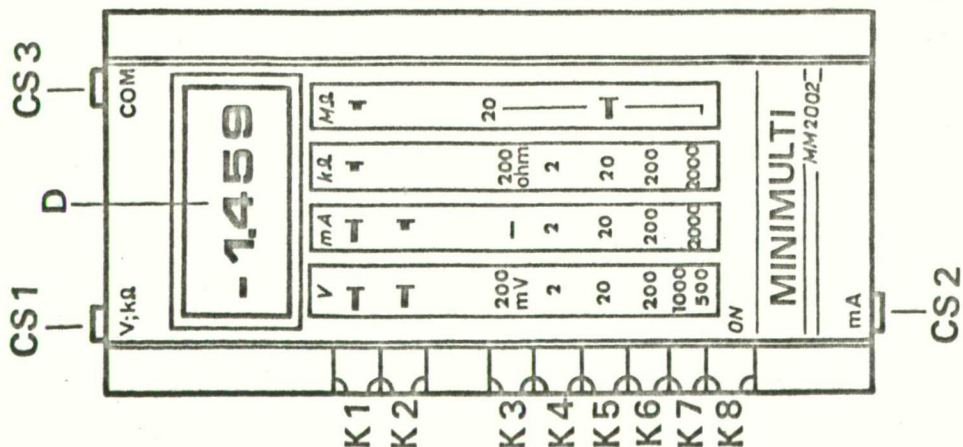
Az árammérő bemeneteket védi túlterhelés ellen, A nyomtatott áramköri lemezen levő biztosítótartó rugókban, könnyen cserélhetően van elhelyezve.

Tipusa : WICHMANN FF 5x20 19 230-3,15 A

Más típusú olvadó biztosítóbetét nem használható!

Tartódoboz

A multiméter, a mérőzsinórok, a tartalék olvadó biztosítóbetétek és a műszerkönyv tárolására, és azoknak mechanikai behatásoktól, portól való védelmére szolgál.



1. ábra



## Bekapcsolás

A műszert az ON jelű K8 nyomógommbal bekapcsoljuk.

## Mérések

A kívánt funkciót és méréshatárt a megfelelő nyomógombokkal kiválasztjuk, majd a mérőzsinórokat a megfelelő mérőbemenetekhez csatlakoztatjuk. Ha nem tudjuk a mérendő jel várható értékét, célszerű a legnagyobb méréshatárban kezdeni a mérést. Így egy méréssel tájékozódhatunk a mérendő jel aktuális értékéről.

Ha a kijelzőn csak a legnagyobb helyiértékű "1" világít, akkor a mérendő jel nagyobb mint a beállított méréshatár, ezért jelez túlsordulást a műszer.

A még mérési információt hordozó, kijelezhető legnagyobb számjegy 1999 - kivéve 500 VAC és 1000 VDC méréshatárokat - minden funkcióban és méréshatárban.

A jelölt méréshatárt a megfelelő tizedespont jelzi.

Méréshatárok	Tizedespont
200 mV, Ohm	199,9
2 V, k, mA	1,999
20 V, k, mA	19,99
200 V, k, mA	199,9
500 AC V	500
1000 DC V	1000
2000 k, mA	1999
20 M	19,99

## Egyenfeszültségek mérése

Használandó mérőbemenetek: COM és V; kOhm

K1 és K2 nyomógombok alaphelyzetben K3 ... K7 nyomógombokkal kiválasztjuk a megfelelő méréshatárt.

A műszer az egyenfeszültségeket 5 méréshatárban méri.

Negatív előjelet mutat, ha a COM mérőbemenet potenciáljához képest a V; KOhm mérőbemenet negatívabb, előjel nélküli számokat jelez, ha pozitívabb.



A mérőbemenetek a 200 mV méréshatárban  $\pm 300$  VDC vagy 220 V 50 Hz feszültségig, a többi méréshatárban 1000 VDC vagy 500 V 50 Hz feszültségig védettek tartósan. Ennél nagyobb értékű feszültségek a műszert tönkreteszhetik!  
A COM mérőbemenet és a hálózati védőföld között megengedett feszültség maximális értéke: 500 VDC vagy 380 V 50 Hz.

#### Váltakozó feszültségek mérése

Használandó mérőbemenetek: COM és V; kOhm

K1 nyomógomb alaphelyzetben,

K2 nyomógomb benyomva

K3 ... K7 nyomógombokkal kiválasztjuk a megfelelő méréshatárt.

A műszer a váltakozó feszültségek abszolút középértékét méri 5 méréshatárban. Szinuszos jelek esetén effektív értéket jelez ki.

Előjelkijelzés VAC állásban nincs.

A mérőbemenetek a 200 mV méréshatárban  $\pm 300$  VDC vagy 220 V 50 Hz feszültségig, a többi méréshatárban 1000 VDC vagy 500 V 50 Hz feszültségig védettek tartósan. Ennél nagyobb feszültségek a műszert tönkreteszhetik!

A COM és a hálózati védőföld között megengedett feszültség maximális értéke: 500 VDC vagy 380 V 50 Hz.

#### Egyenáramok mérése

Használandó mérőbemenetek: COM és mA

K1 és K2 nyomógombok alaphelyzetben

K3 ... K7 nyomógombokkal kiválasztjuk a kívánt méréshatárt.

A műszer egyenáramot 4 méréshatárban mér. Negatív előjelet mutat, ha a mA mérőbemenet a COM mérőbemenetnél negatívabb potenciálon van. Előjel nélküli kijelzés azt jelenti,

hogy a mA mérőbemenet potenciálja pozitívabb a COM mérőbemenetnél.

A mérőbemenetek minden méréshatárban 40 A túláramig védettek.

A túláram hatására az olvadó biztosítóbétét kiolvad, miközben a beépített automatikus védőáramkör a berendezést megvédi a túláramtól és az esetleges túlfeszültségtől.

Csak az előírt típusú gyors olvadó biztosítóbétét alkalmazható 40 A-nál nagyobb túláram, vagy más olvadó biztosítóbétét a műszert tönkretetheti!

A COM mérőbemenet és a hálózati védőföld között megengedett feszültség maximális értéke: 500 VDC vagy 380 V 50 Hz.

#### Váltakozó áramok mérése

Használandó bemenetek: COM és mA

K1 nyomógomb alaphelyzetben, K2 benyomva

K3 ... K7 nyomógombokkal kiválasztjuk a kívánt méréshatárt.

A műszer a váltakozó áramok közéértékét 4 méréshatárban méri.

Szinuszos bemenőjelek esetén effektív értéket jelez ki.

Előjelkijelzés nincs.

A mérőbemenetek minden méréshatárban 40 A túláramig védettek.

A túláram hatására az olvadó biztosítóbétét kiolvad, miközben a műszert a beépített automatikus védőáramkör megvédi a károsodástól.

Csak az előírt típusú gyors olvadó biztosítóbétét alkalmazható.

40 A-nál nagyobb túláram, vagy más olvadó biztosítóbétét a műszert tönkretetheti!

A COM mérőbemenet és a hálózati védőföld között megenge-

dett feszültség maximális értéke: 500 VDC vagy 380 V 50 Hz.

### Ellenállások mérése

Használandó mérőbemenetek: COM és V; KOhm

K1 nyomógomb benyomva, K2 alaphelyzetben

K3 ... K7 nyomógombokkal kiválasztjuk a kívánt méréshatárt.

Előjelkijelzés nincs.

A 200 Ohm méréshatárban az alkalmazott mérőzsinór hosszától és minőségétől függően a mérőzsinórokkal rövidrezárt mérőbemenetek mellett 000-tól eltérő kijelzés lehetséges, A mutatott számjegy a mérőzsinór ellenállása. Ezt a mért értékből levonva a helyes eredményt kapjuk.

Ügyeljünk arra, hogy a mérendő ellenállást mérés közben ne fogjuk meg, mert annak hőmérsékletét, felületi vezetését befolyásoljuk, és egyéb a környezetből származó zavarójeleket adhatunk a mérőbemenetekre, ami által a mérést meghamisítjuk, különösen nagyértékű mérendő ellenállások esetén.

A mérőbemenetek minden méréshatárban 300 VDC vagy 220 V 50 Hz feszültségig védettek tartósan. Ennél nagyobb feszültségek a műszert tönkretelhetik!

### Nagyértékű ellenállások mérése

20 M-nál nagyobb értékű ellenállásokat is meg tudunk mérni a MINIMULTIVAL, ha  $U_s = 10 \text{ V} \dots 100 \text{ V}$  segéd feszültséget alkalmazunk a méréséhez.

Használandó mérőbemenetek : COM és V; kOhm

K1 és K2 nyomógombok alaphelyzetben.

K3 nyomógomb benyomásával a 200 mV méréshatárt választjuk.

Ebben az esetben a műszer belső ellenállása  $R_p = 10 \text{ M} \pm 0,5 \%$ .



Az  $U_s$  segéd feszültséget előállító egyenfeszültségforrás egyik sarkát a COM mérőbemenethez, a másik sarkát az  $R_x$  mérendő ellenálláson keresztül a V; kOhm mérőbemenethez csatlakoztatjuk.

Ezáltal egy olyan feszültségosztót képeztünk, amely az  $U_s$  segéd feszültséget  $R_b / (R_x + R_b)$  arányban osztja. A kijelzőn mutatott értékből és az ismert  $R_b$  és  $U_s$  értékekből az ismeretlen  $R$  értéke a következőképpen számolható:

$$R_s = \frac{U}{LCD} - 1 / R_b$$

A mérés kiértékelésénél figyelembe kell venni az  $1/x$  jellegű skálát.

Még 5 %-nál kisebb hibával lehet mérni max. 1 GOhmot,  $U_s = 100$  V mellett. Célszerű közvetlenül a mérőbemenetekre 10 ... 100 nF értékű szűrőkondenzátort tenni, a környezetből származó zavarójelek hatástalanítására.

### Kis áramok mérése

2 mA-nál kisebb áramokat  $R_s$  söntellenállások segítségével mérhetünk.

Használandó mérőbemenetek: COM és V; kOhm

K1 és K2 nyomógombok alaphelyzetben K3 nyomógomb benyomásával kiválasztjuk a 200 mV-os méréshatárt.

A műszer a söntellenálláson keletkező feszültséget méri, ami arányos a rajta átfolyó árammal.

A végkitéréshez tartozó mérendő áramok és szükséges értékű söntellenállások:

$I_{xv}$	R
200 mikroA	1 k
20 mikro A	10 k
2 mikro A	100 k



$I_{xv} = 2$  mikroA-nál kisebb áramot már nem célszerű a műszerrel mérni, mert a söntellenállás értéke igen nagyra adódik, és a műszer  $R_p = 10$  M belső ellenállása terheli azt.

### Teljesítménymérés

Ismert fogyasztói ellenálláson  $/R/$  vagy impedancián  $/Z/$  áramméréssel vagy feszültség méréssel teljesítményt mérhetünk.

#### a/ áramméréssel:

Használandó mérőbemenetek: COM. mA

K1 és K2 nyomógombok alaphelyzetben: egyenáram, K1 alaphelyzetben, K2 benyomva: váltakozó áram, K3 ... K7 nyomógombokkal kiválasztjuk a megfelelő méréshatárt.

A kijelzőn mutatott értékből  $/LCD/$  számíthatjuk a megfelelő teljesítményt.

Egyenáramú teljesítmény:

$$P /W/ = LCD^2 /mA^2 \cdot R/kOhm/$$

Váltakozó áramú teljesítmény:  $/látszólagos/$

$$P/VA/ = LCD^2 /mA^2 \cdot Z/kOhm/$$

#### b/ Feszültségméréssel:

Használandó bemenetek: COM és V; kOhm

K1 és K2 nyomógombok alaphelyzetben: egyenfeszültség

K1 alaphelyzetben, K2 benyomva: váltakozó feszültség

K3 ... K7 nyomógombokkal kiválasztjuk a megfelelő méréshatárt.

A kijelzőn mutatott értékből számolhatjuk a teljesítményeket:

Egyenáramú teljesítmény:

$$P /W / = LCD^2 /V^2 / /R /kOhm/$$

## Hibaanalízis

A MINIMULTI paramétereinek ismeretében meg tudjuk határozni, hogy azok a különféle mérések közben mekkora hibát okoznak.

### Feszültségmérés hibája

Egyenfeszültség mérésekor:

A terhelés nélkül  $U_{xo}$  mérendő feszültséget szolgáltató generátor belső ellenállása:  $R_g$

A MINIMULTI  $R_b$  belső ellenállása az egyes méréshatárokból:

Méréshatár	$R_b$
200 mV	10 M
2 V	11,1 M
20 V	10,1 M
200 V	10 M
1000 V	10 M

Az  $R_b$  belső ellenállás, mint terhelés hatására a kijelzett feszültség  $U_x$  értéke lesz.

A mérési hiba:

$$100 \frac{U_x - U_{xo}}{U_{xo}} = h \text{ \%} = \frac{R_g}{R_g + R_b} \cdot 100 \%$$

A már  $\pm 1 D = 0,05$  százalékos hibát okozó generátor ellenállás értéke:  $R_g = 5,5 \text{ k}$ .

Váltakozó feszültségek mérésekor:

A terhelés nélkül  $U_{xo}$  mérendő feszültséget szolgáltató generátor kimeneti impedanciája:  $Z_g$ .

A MINIMULTI bemeneti ellenállása  $R_b$ , bemeneti kapacitása  $C_b < 100 \text{ pF}$ , így bemeneti impedanciája:

$$Z_b = \frac{R}{1 + \frac{1}{R_b} \cdot 2 \cdot f \cdot C_b^2}$$

A terhelés hatására kijelzett feszültség értéke:  $U_x$

$$h \text{ \%} = \frac{Z_g}{Z_g + Z_b} \cdot 100 \text{ \%}$$

Látható, hogy a hiba értéke frekvencia függő, és hogy a már  $\pm 1$  D hibát okozó generátor impedancia a frekvencia növelésével egyre kisebb értékűre adódik.

### Árammérés hibája

A mérendő áramkörben az  $U_g$  generátor-feszültség, az  $R_g$  generátor ellenállás /  $Z_g$  generátor impedancia/ és az  $R_t$  terhelő ellenállás /  $Z$  terhelő impedancia/ által meghatározott

$$I_{xo} = \frac{U_g}{R_t + R_g}$$

értékű áram keletkezik.

$R$  értékű söntellenállást iktatva a mérendő körbe, a mért áram értéke  $I_x$  értékű lesz.

Az  $R$  söntellenállásokon keletkező feszültségek értéke a méréshatároktól függetlenül  $U_m = 0 \dots 200$  mV.

A kijelzett érték az  $U_m$  feszültség

A mérési hiba:

$$100 \cdot \frac{I_x - I_{xo}}{I_{xo}} = h \text{ \%} = \frac{U_m}{U_g} \cdot 100 \text{ \%}$$

A legnagyobb méréshatárban /2000 mA/ a már  $\pm 1$  D= 0,05 % hibát okozó söntellenállás értékhez tartozó  $R_t + R_g$  ellenállásérték.

### Ellenállásmérés hibája

A mérendő ellenállás értéke:

$R_{xo}$

A mérendő vezetékek ellenállása:

$r$

A kijelzett érték:

$$R_x = R_{xo} + r$$



A mérési hiba:

$$h \text{ \%/} = \frac{r}{R_{xo}} \cdot 100 \%$$

A már  $\pm 1 D = 0,05$  százalékos hibát okozó mérővezeték ellenállás értéke, a legkisebb  $/200 \text{ Ohm/}$  méréshatárban:

$$r_{005} = 0,1 \text{ /Ohm/}$$

### Az áramkörök részletes ismertetése

#### A MINIMULTI blokkvázlata

A műszer a következő igen kis fogyasztású áramköri egységekből épül fel:

V/V	Kompenzált feszültségosztó
mA/V	Túláramvédezt áram-feszültség átalakító
AC/DC	AC-DC átalakító
kOhm/V	Feszültségvédezt ellenállás-feszültség átalakító
A/D	Analóg-digitális átalakító
DP-LB	Tizedespont és előjel meghajtó áramkör, alacsony telepérték indikátor
LCD	Kijelző

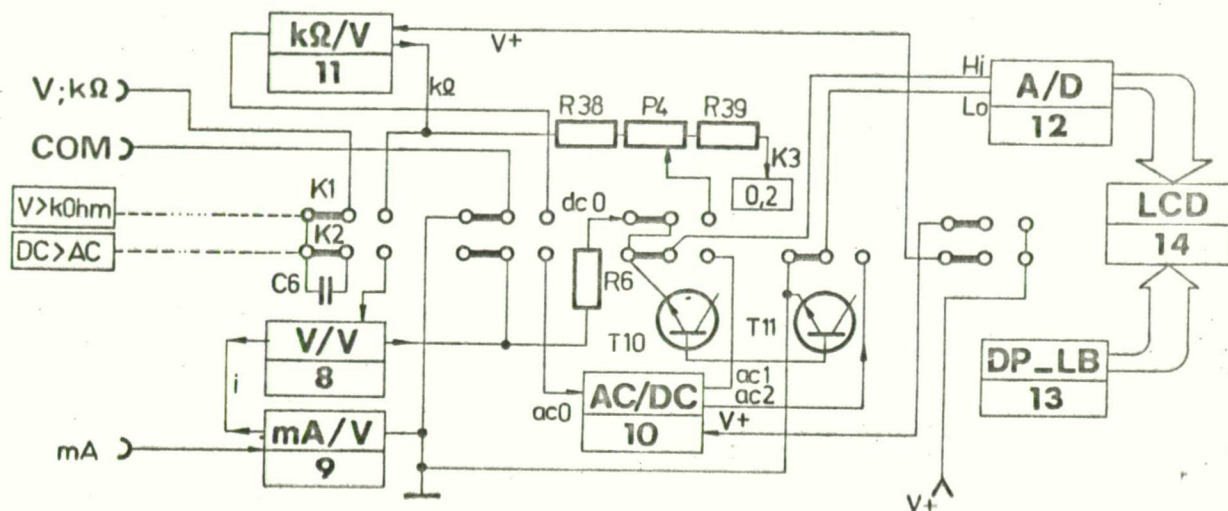
A kompenzált feszültségosztó, a túláramvédezt áramfeszültség átalakító és a feszültségvédezt ellenállás-feszültség átalakító egységek kimeneti feszültségei  $0 \dots 200 \text{ mV}$  tartományban arányosak a mérendő jellemzők értékével.

A V; kOhm és a DC-AC funkcióválasztó nyomógombok a mérőátalakítók bemeneteit a műszer V; kOhm, mA és COM mérőbemeneteire, kimeneteit pedig közvetlenül, vagy az AC-DC átalakítón keresztül az analóg-digitális átalakító Hi és Lo bemeneteire kapcsolják.

Az átalakító egységek kimeneti feszültségét az analóg-digitális átalakító megméri és az eredményt a kijelzőn megjeleníti.

A DP-LB áramkör gondoskodik az előjel- és nagyságrend helyes kijelzéséről és időben jelzést ad a szükséges telepcserére.





2. ábra

### Kompenzált feszültségosztó

A váltakozó értékű mérendő egyen- és váltakozó feszültségeket az AC/DC átalakító ill. az A/D átalakító számára alkalmas 0 ... 200 mV értékre osztja le minden aktuális mérés-határban.

A 2V és 20V méréshatárokból széles frekvenciasávban, 45 Hz-től 50 kHz-ig, a 200 V és 500 V méréshatárokból a hálózati frekvencián biztosítja a pontos leosztást.

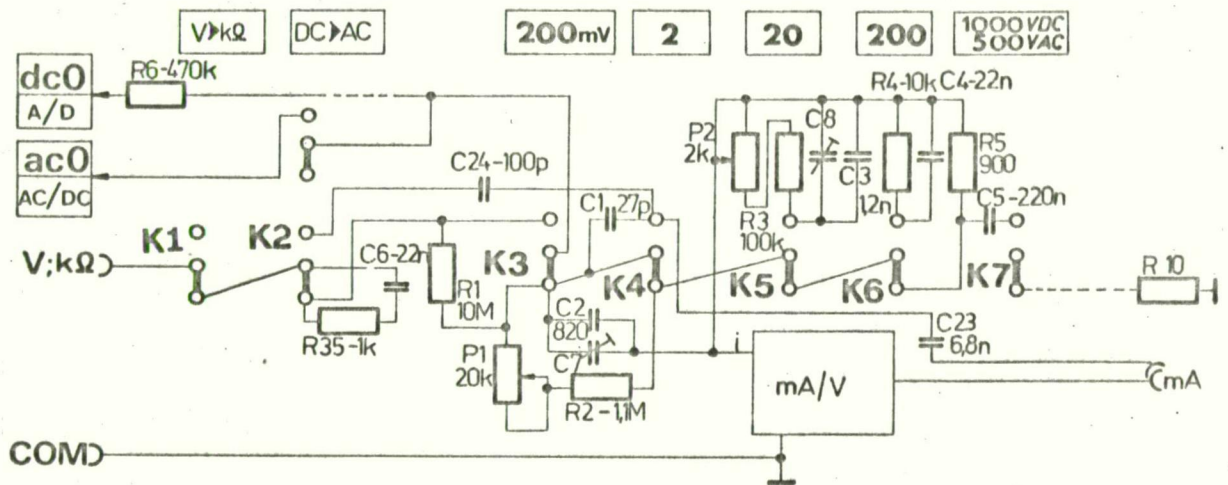
Az osztó felépítése az egyszerűbb kapcsolástechnika és műszer konstrukció érdekében olyan, hogy az osztó alsó tagjaként szerepelnek az árammérő ellenállások is.

Váltakozó feszültségek mérésekor az egyenfeszültségű leválasztást a C6-22 nF kondenzátor végzi.

Az osztó bemenetei a V-kΩhm és DC-AC nyomógombokon keresztül a multiméter V-kΩhm és COM mérő bemeneteire csatlakoznak.

Egyenfeszültségek mérésekor a "dc0" kimenet az R6 védőellenálláson keresztül az A/D átalakító T10, T11 tranzisztorokkal védett Hi bemenetére, míg váltakozó feszültségek mérésekor az "ac0" kimenet az AC/DC átalakító R12 ellenállással védett bemenetére kapcsolódik.

A 2 V illetve 20 V méréshatárokból az egyenfeszültségek pontos leosztását a P1-20k illetve P2-2k potencióméterekkel lehet beállítani, míg a frekvencia kompenzáció céljára a C 8, illetve C 7 trimmerkondenzátorok szolgálnak. A 200 V és 1000 V DC illetve 500 VAC méréshatárokból a feszültségek pontos leosztását az R 1- 10 M és R 4 - 10k illetve R 5 - 1 k precíziós ellenállások, a frekvencia-kompenzációt pedig a C1-27 pF és C 4 - 22 nF illetve C 5 - 220 nF kondenzátorok biztosítják.



3. ábra

### Túláramvédezt áram-feszültség átalakító mA/V

Feladata a mérendő árammal arányban feszültség előállítás, az A/D és az AC-DC átalakítók számára megfelelő érték-tartományban.

Az átalakítót a méréshatároknak megfelelően kapcsolható, soros söntellenállások képezik.

Az árammérésben részt nem vevő ellenállások az AC/DC ill.

A/D átalakítók bemeneti ellenállásával kötődnek sorba.

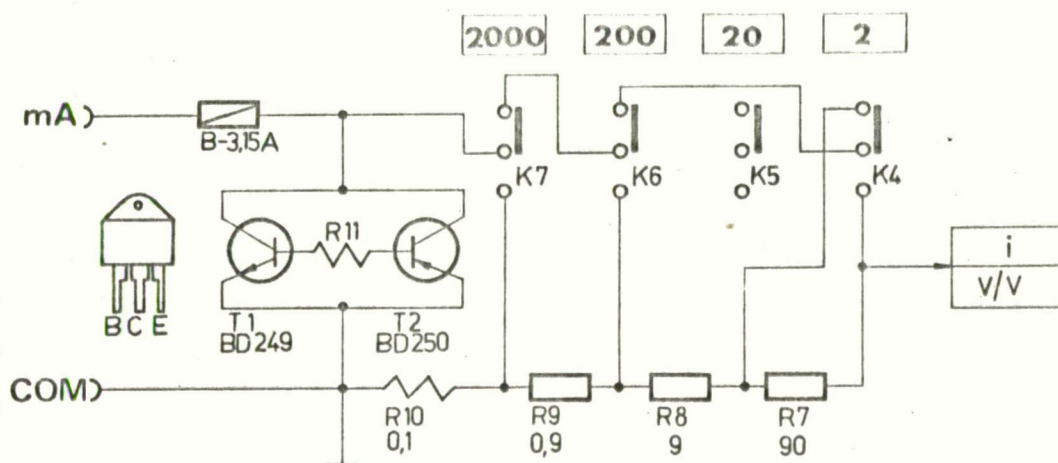
Az R7, R8 elemek precíziós ellenállások, az R 9, R 10 jusz-tirozott huzalellenállások, az R 11 nyomtatott fóliaellen-állás.

Az árammérő ellenállások az egyszerűbb műszerkonstrukció érdekében a feszültségosztó alsó tagjaiként is szerepelnek.

A T1 és T2 tranzisztorok 2 A-nál nagyobb túláram hatására kinyitnak, és ezáltal biztosan és gyorsan kiolvad a B-3,15 A biztosítóbetét.

A tranzisztorok a műszert 40 A túláramig képesek megvédeni.

Az áram-feszültség átalakító bemenetei a műszer mA és COM bemenetére csatlakoznak, kimenete pedig a feszültségosztóval közös "i" jelű pont.



4. ábra

#### AC - DC átalakító AC/DC

Feladata a bemenetére kerülő váltakozó feszültségű jellel lineárisan arányos egyenfeszültséget előállítani.

Ezt oly módon végzi, hogy a T3 térvezérlésű tranzisztor impedancia transzformálást és fázishasítást végez kisértékű - mintegy 0,1 ... 0,5 százalékos - átlag torzitással.

Az így nyert kétfázisú jel egyrészt a T4 invertáló és T5 tranzisztorokkal felépített további illesztőfokozatra jut. Az illesztő-fokozat egyben aszimmetrikus bemenetű, kimene-

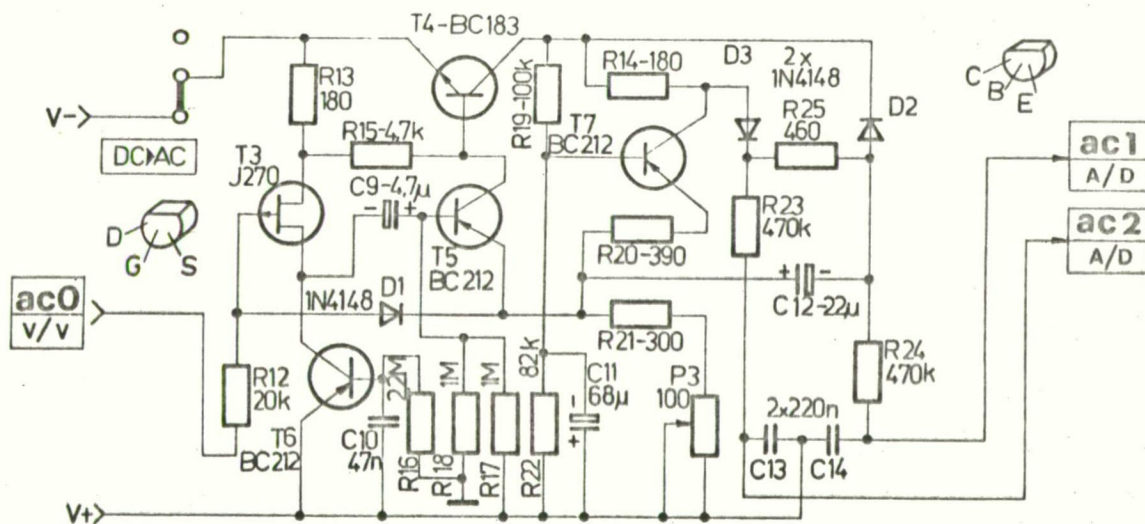


tű, és erősítésű differenciaerősítő fokozatot képez a T4 tranzisztorral együtt. A T4 és T7 tranzisztorok kollektorai táplálják a D2 és D3 diódákkal felépített, és a váltóáramú visszacsatolóágban elhelyezett aszimmetrikus áramutó kétutas egyenirányítót.

Az átalakítás stabilitásának növelését szolgálják a további belső visszacsatolások. A T6 tranzisztor, mint áramgenerátor a T3 tranzisztor munkaponti áramát stabilizálja. Mivel az AC-DC átalakító szimmetrikus kimenetű, aszimmetrikus bemenetű AC erősítő, ezért nem igényel a szokásos megoldású átalakítókhoz hasonló offset nullázást.

A végkitérésre való hitelesítésre szolgál a P3 potencióméter.

A kimenetek szűrt közös módusú és szűrt soros módusú DC feszültségeket szolgáltatnak. az R23, R24 ellenállásokon és a C13, C14 kondenzátorokon keresztül.



5. ábra

Feszültségvédett ellenállás-feszültség átalakító kOhm/V

Feladata, hogy a mérőbemenetekre kapcsolt mérendő ellenállás értékével arányos egyenfeszültséget állítson elő.



A mérendő ellenállás az IC 1 műveleti erősítő invertáló bemenetére és kimenetére kapcsolódik, mint párhuzamos visszacsatoló ellenállás /  $R_p = R_x$  /, a műszer V; kOhm és COM mérőbemenetein keresztül.

A visszacsatoló hálózat soros tagjait képező referencia ellenállások /  $R_s = R_{26} \dots R_{35}$  / a kiválasztott méréshatárnak megfelelően, rendre a T 9 tranzisztor kollektorára, mint referencia feszültségre kapcsolódnak.

Azért, hogy diódákat, tranzisztorokat és általában p-n átmeneteket is vizsgálni lehessen az ellenállás-feszültség átalakítóval, a kimeneten minden méréshatárban /kivéve 200 Ohm/ a végkitérőshez tartozó feszültség értéke 2 V.

Az ellenállás-feszültség átalakító kOhm jelű kimenetén keletkező feszültség a referencia feszültségtől és a visszacsatoló hálózat értékétől függ, azaz arányos lesz a mérendő ellenállás értékével:

$$U \text{ /kOhm/} = \frac{U_{ref}}{R_s} \cdot R_x$$

Ezt a kimeneti feszültséget az A/D átalakító számára 0 ... 200 mV tartományba osztja le az R38, R39, R40, P4 elemekből álló 1:10 osztó.

A referencia áramok 100nA-tól tízszeres növekményekkel 1mA-ig terjednek, a méréshatároktól függően. A C15 kondenzátor a mérőbemenetekre kerülő zavarójelek szűrésére szolgál.

A mérőbemenetekre véletlenszerűen jutó feszültségektől az IC 1 műveleti erősítő bemenetét az R 36 ellenállás és D 4, D 5 diódák, míg a frekvenciafeszültséget és az erősítő kimenetét a T 9 nagyfeszültségű tranzisztor ill. a D6 nagyfeszültségű dióda védi meg.

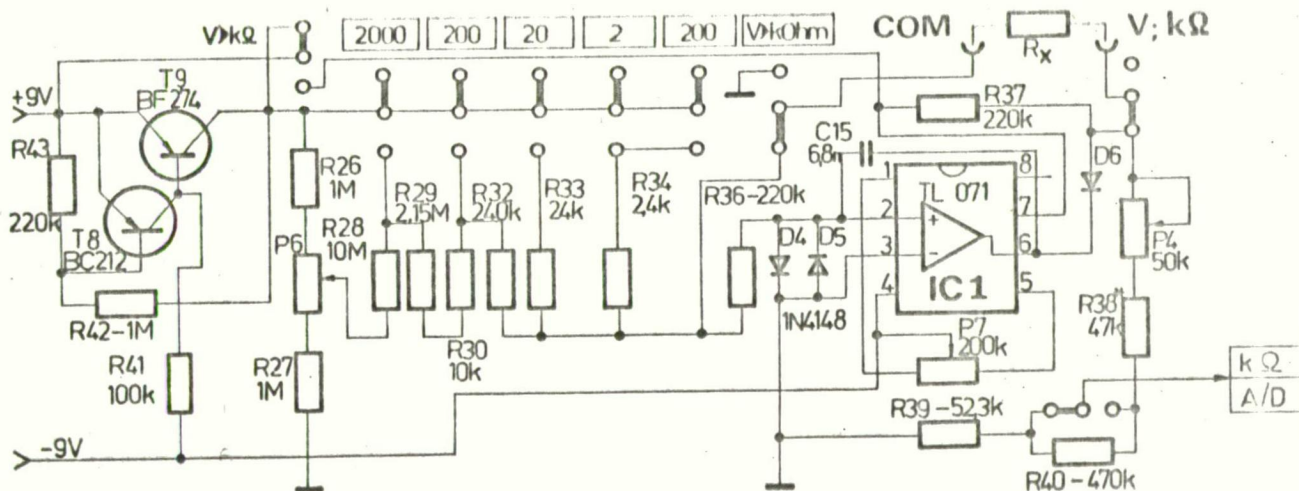
A mérőbemenetekre jutó feszültséget a T 8 tranzisztorból, és R 42, R 43 ellenállásokból álló komprátor figyeli, és hatására lezárja a T 9 tranzisztort, amelynek kollektorbázis diódája károsodás nélkül elviseli a specifikált feszültségértéket, és ezáltal megvédi a mérőműszert a figyelmetlen kezelésből származó meghibásodástól.

Váltakozójel esetén T 9 és D 6 felváltva működik. Az R 41 ellenállás üzemközben nyitva tartja a T 9 tranzisztort, ami ilyenkor referencia forrásként viselkedik.

Az R 37 ellenállás az IC 1 erősítő zérus körüli kimenő jeleinél biztosítja a D 6 dióda munkaponti áramát és ezáltal a visszacsatolást.

Lényeges tulajdonsága még az átalakitónak, hogy az IC 2 A/D átalakitó referencia forrását nem terheli. A referencia áramot az átalakitó a telepből nyeri.

Az átalakitó csak ellenállásmérés /kOhm/ funkcióban kap tápfeszültséget.



6. ábra

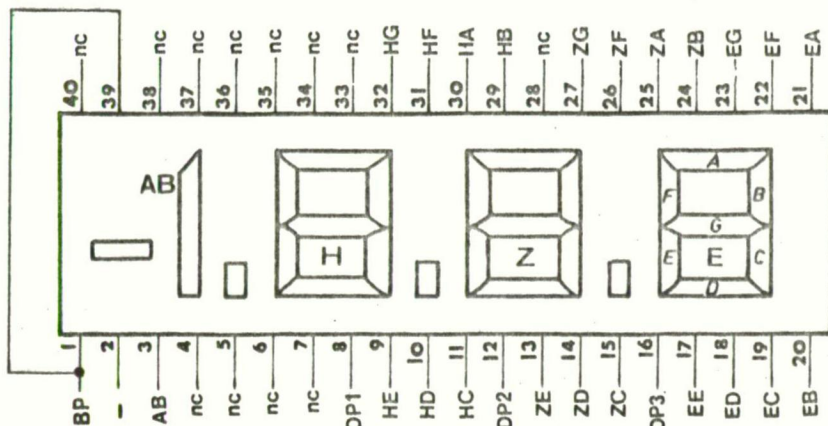
### Kijelző LCD

Feladata: a mért jel értékét olvasható számjegyes formában, előjel- és nagyságrend helyesen megjeleníteni.

HAMLIN gyártmányú 3902 típusú 3 1/2 digités folyadékkristályos kijelző.

A multiméter legkényesebb része, mivel üvegből van, és kivezetésein keresztül statikus töltéssel és egyenfeszültséggel a folyadékkristály anyaga tönkretelhető.

A működéshez szükséges szimmetrikus, egyenfeszültségű komponens nélküli váltakozó feszültségű meghajtójelet az IC2 analógdigitális átalakító biztosítja.



7. ábra

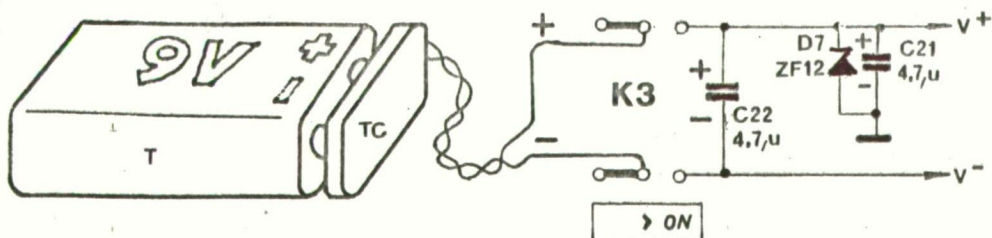
### Telepkapcsoló áramkör ON

A multiméter áramkörei a K 8 jelű ON feliratú nyomógombon keresztül kapják meg a telepfeszültséget.

A telep dinamikus belső ellenállásának csökkentésére szolgál a C 20 szűrőkondenzátor.

A D 7 zener dióda a multiméter áramköreit védi a megengedettnél nagyobb értékű, vagy fordított polaritású tápfeszültség impulzusok ellen.

A C 21 kondenzátor szűrési feladatokat lát el. R-57 ellenállás az IC<sub>2</sub> referenciafeszültség-forrásának állandó terhelést biztosít.



8. ábra

M K - 5

T E L J E S I T M É N Y G E N E R Á T O R

M Ü S Z E R K Ö N Y V E



TESTEJENY HANGGENERATOR

TR 0163 / A.

## 1. A készülék rendeltetése

A teljesítmény hanggenerátor általánosan felhasználható mindazokhoz a mérésekhez, amelyeknél 20 Hz - 20 kHz frekvenciatartományban max. 10 W teljesítmény esetén kis torzítású jelre van szükség.

/ Pl.: hangszórók, rádiókészülékek hangfrekvenciás fokozatai, hangfrekvenciás erősítők, hangfrekvenciás transzformátorok stb. méréséhez./ Ezen felül 200 kHz-ig sinus feszültséggenerátorként, 20 Hz - 200 kHz között pedig négyszög feszültséggenerátorként is használható.

A beépített digitális frekvenciamérő lehetővé teszi a gyors és pontos frekvencia beállítását és leolvasását. A kijelzés " 4 számjegyű " Nixie csövekkel történik. A készülék 1 MHz-ig mint digitális frekvenciamérő is használható.

A műszer korszerű felépítése, valamint teljesen tranzisztorizált és lineáris integrált áramkörökkel felépített áramkörei biztosítják a berendezés nagy stabilitását és megbízható működését. Kivitele és kezelő szervei igen kényelmes, könnyű és biztonságos kezelést tesznek lehetővé.

A készülék fényképfelvétele az 5. felvételen látható.

## 2. Műszaki adatok

### Oscillátor

Frekvenciatartomány: 20 Hz - 200 kHz sinus, négyszög

Sávok: 1. 20 Hz - 200 Hz sinus, négyszög  
2. 0,2 kHz - 2 kHz sinus, négyszög  
3. 2 kHz - 20 kHz sinus, négyszög  
4. 20 kHz - 200 kHz sinus, négyszög

Kimenő feszültség: 1.2 V sinus  
/ 4 Vp.p. négyszög /

Feszültség ingadozás sávonként:  $\pm 0,5$  dB

Torzítási tényező: /K/: 0,1 % 20 Hz - 20 kHz között

/ THD + 50 Hz + zaj /:

tipikusan 1 kHz-en 0,04 %

Felfutási idő: 0,05/usec

Tetőzés: 0 % /usec

Kimenő ellenállás: kb. 1000 Ohm

### Generátor

Frekvenciatartomány: 20 Hz - 20 kHz

Kimenő teljesítmény: max. 10 W

Torzítási tényező : /sinus/ /K/: 0,2% 200 Hz - 16 kHz  
között  
0,3% 20 Hz - 20 kHz  
között

Optimális terhelő ellenállások: 5, 15, 25, 150, 600 Ohm  
aszimmetrikus,

600, 2400 Ohm

szimmetrikus.

Kimenő feszültség változása: max.  $-6\% + 2\%$  /  $-10\% + 5\%$  há-  
lózati feszültség változásnál/

Zajszint: / max. feszültségre / - 60 dB-nél jobb

Osztó: + 0 dB - / -60 / dB 4 fokozatban / sinus, négyszög/

Osztó max. fesz.: sinus 10 V, négyszög 10 V.p.p.

Osztás pontossága:  $\pm 2\%$

Az osztó kimenő ellenállása: mind a 4 fokozatban 90 Ohm  $\pm 20\%$

Osztó kimenetén négyszögjel

esetén:

felfutási idő: 2  $\mu$ sec

tetőzés : 2% / msec

#### Erősítő külső vezérléssel

Frekvencia átvitel:

max.  $\pm 0,2$  dB 200 Hz - 16 kHz  
között

max.  $\pm 0,4$  dB 20 Hz - 20 kHz  
között

Érzékenység:

1,2 V / 10 W-nál /

Torzítás: / 10 W-ra vonatko-

zik / / K /:

91 % 200 Hz - 16 kHz között

0,2% 20 Hz - 20 kHz között

#### Beépített frekvenciamérő

Bemenő impedancia:

nagyobb mint 10 kOhm 50 pF

Bemenő jel:

1 V eff.

Max. bemenő jel:

10 V eff. / túlfesz. védelem

100 V eff.-ig /



**Frekvenciamérés:**

Mérési tartomány

20 - 0,5 MHz

Kapu idők:

1 sec, 0,1 sec, 0,01 sec

Leolvasás:

1 Hz / automatikus tizedespon-  
választással /

Pontossága:

$\pm 6 \cdot 10^{-5}$

Kijelzés:

4 számjegyes, Nixie csövekkel

Mérés gyakorisága:

2 sec

Kimenő feszültségmérő

Mérési tartomány:

1 - 100 V

Méréshatárok:

10 V, 30 V, 100 V

Mérési pontosság:

max.  $\pm 2\%$  / 20 Hz - 20 kHz kö-  
zött végkitérésre vonatkoztat-  
va /

Használati hőmérséklet határai: + 10° - + 35°

A környezet max. rel. páratar-

talma:

90 %

Max. teljesítményfelvétel:

60 VA / 110 - 220 V /

A biztosító betétek értéke:

110 V-nál 1 A,

220 V-nál 0,5 A

Max. feszültség a kimenő

csatlakozókon:

kb. 100 V!

A készülék mérete:

426 x 296,5 x 177 mm

Tömeg:

16 kg

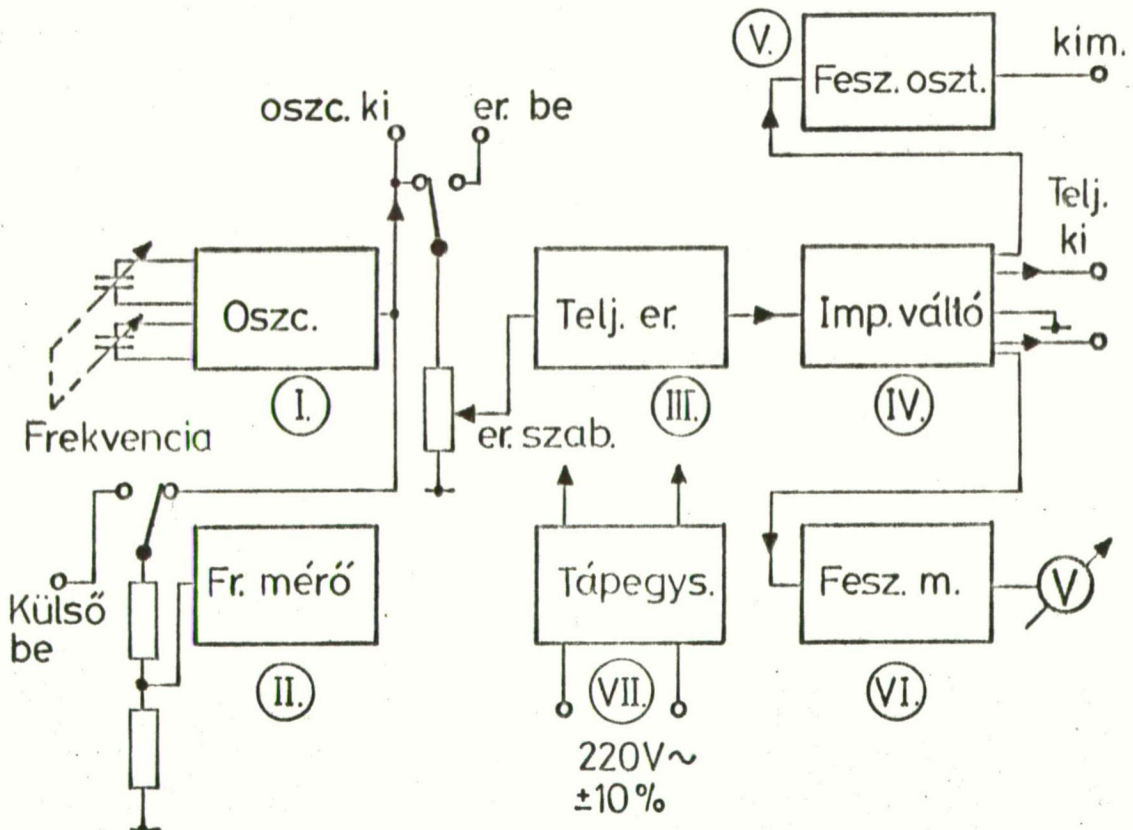
KONTASET 52.403 tip.

### 3. A készülék működésének rövid leírása

A műszer hat fő részből áll.

- Ezek:
- I. Oszcillátor
  - II. Frekvenciamérő
  - III. Teljesítmény erősítő
  - IV. Impedancia váltó
  - V. Feszültség osztó
  - VI. Kimenőfeszültség mérő
  - VII. Tápegység

A műszer blokksémája a következő:



### I. Oszcillátor

A rezgések előállítására egy Wien-hidas RC oszcillátor szolgál. A frekvencia folyamatos szabályozását a Wien-hid kondenzátorairaival /  $2 \times 500 \text{ pF}$  foggókondenzátor /, a sáv-váltást pedig az ellenállás tagok nyomógombos átkapcsolásával végezzük. A Wien-hid RC tagjai által meghatározott egyetlen frekvencián pozitív csatolás, a többi frekvencián igen nagy negatív visszacsatolás áll fenn, és a speciálisan megoldott Wien-hid biztosítja az igen kis torzítást.

### II. Frekvenciamérő

A frekvencia mérése integrált áramkörökkel felépített kapcsolású. Az időalap generátornak 1 MHz-es kristályoszcillátor szolgáltatja a szükséges jelsorozatot.

A mérendő jelet, erősítő és jelformáló áramkörök teszik alkalmassá a kapuáramkör működtetésére.

A mért eredmény kijelzése 4 db hosszú élettartamú Nixie csővel történik.

### III. Teljesítmény erősítő

Három részből áll. Ezek: a feszültségerősítő / előerősítő /,  
a fázisfordító,  
a végerősítő.

A feszültségerősítő integrált áramkörrel és két tranzisztorral van megoldva, komplementer pár szolgáltatja a végerősítő tranzisztorok meghajtásához szükséges ellenütemű feszültséget. A végerősítő MESA teljesítmény tranziszto-

rok kis impedancián táplálják a kimenő transzformátort, amely részben mint autotranszformátor működik. Ez teszi lehetővé, hogy a műszer hétféle impedanciával terhelhető. További előnye a kapcsolásnak, hogy a terhelésre nem kényes. Az impedanciáknak megfelelő állást a főkapcsoló végzi, amely egyuttal az osztót lekapcsolja és a kimenő feszültséget mérő műszer méréshatárát is átkapcsolja. Itt jegyezzük meg, hogy az erősítő valószínűleg kimenő ellenállásai sokszorta kisebbek, mint az optimális terhelő ellenállások értéke. Túlterhelés vagy rövidzár esetén a védőáramkör a tápfeszültséget lekapcsolja és így a végfokozat nem szenved károsodást.

#### IV. Impedancia váltó

Az optimális terhelő impedanciát a kimenő transzformátor megfelelő megcsapolásai biztosítják. A nyomógombos főkapcsoló a kivént impedancia állásban a feszültségmérőt kapcsolja a kiválasztott impedanciára.

#### V. Az osztó

Az osztó belülről lezárt, ellenállásai nagy pontossággú leosztást biztosítanak  $+ 0 \text{ dB} - -60 \text{ dB}$  tartományban,  $20 \text{ dB}$ -os lépésekkel. Az osztóra vihető legnagyobb feszültség  $10 \text{ V}$  sinus és  $10 \text{ V}_{p.p.}$  négyyszög. A kimenő ellenállások értéke  $90 \text{ Ohm} \pm 20\%$ , ami igen kedvező a nagyérzékenységű erősítők vizsgálatánál.



## VI. Kimenő feszültség mérő

A műszer germánium diódákkal kialakított hidkapcsolásban működik. A műszer a kimenő transzformátorra galvanikusan csatlakozik, ami az alacsony frekvenciájú jelek pontos mérését teszi lehetővé.

## VII. Tápegység

A tápegység az onszellátor és a teljesítmény erősítő fokozat tápegysége. A kapcsolásnak megfelelően két független tápegység szolgáltatja a szükséges feszültségeket.

#### 4. Használati utasítás

A műszer 110 V vagy 220 V 50 per. váltóáramú hálózatról működik. Bekapcsolás előtt ellenőrizzük, hogy a készülék a használt hálózati feszültségnek megfelelően legyen beállítva. Átállításkor a készülék hátlapján a hozzáférhető feszültségválasztót / K 2 / a megfelelő jelzésű állásba kell átfordítani. Az átállításkor a megfelelő értékű biztosítót / B 1 / kell a biztosítóházba tenni.

A hátlapon levő nyomógomb benyomással állapotában csatlakoztassuk a készüléket / Cs 1 / a mellékelt csatlakozó vezetékkel a hálózathoz. A kimenőfeszültséget mérő műszer kimérése érdekében célszerű bekapcsolás előtt a főkapcsolót / K 12 / 600/2400 állásba helyezni, a középső elhelyezett GAIN / P 1, P 2 / gombjait pedig balra ütközésig forgatni. A készülék bekapcsolását hátsó oldalt alul elhelyezett piros nyomógomb / K 1 / benyomásával végezzük, mire a kijelző Nixie csövek felgyulladnak.

Bekapcsoláskor a készülékhez nem lehet csatlakoztatva terhelés. Bekapcsolás után pár perc elteltével a készülék már üzemlépes, azonban a műszaki adatoknál feltüntetett türesek csak 1/2 órai bemelegedés után érvényesek. A készülék előlapján található kezelőgombok és csatlakozók az alábbi célokat szolgálhatják:

A kívánt frekvenciát a bal oldali sávkapcsolóval / K 3 - K 7 / majd az egyes sávokon belül folyamatosan az alatta levő forgatógomb / C 1 / segítségével állíthatjuk be. A

frekvencia pontos leolvasását az egyes sávoknak megfelelő tartományban a " 4 számjegyes " Nixie csövekkel kijelző frekvenciamérő mutatja.

A terhelést a csatlakozó / Cs 2 - Cs 5 / megfelelő hüvely-párjára csatlakoztatjuk és jobb oldalon elhelyezett " nyomógombos " főkapcsolót / K 8 - K 13 / a terheléshez legközelebb álló impedanciaértéknek megfelelő állásba kapcsoljuk be.

A legkisebb torzítású jelet az oszcillátor közvetlen kimenetén /"OSC.OUT." Cs 7 / kapjuk, a kimenő ellenállás kb. 1000 Ohm. Ha a készüléket az oszcillátortól függetlenül, erősítőként kívánjuk használni, az erősítendő jelet az " AMPLIF.IN " / Cs 8 / jelzésű hüvelyre kell csatlakoztatni, ugyanakkor az " ATTENUATOR " / K 15 / kapcsolót is " AMPLIF " állásba hozzuk.

Az erősítést a " FINE " / P 1 / és a " COARSE " / P 2 / gombbal szabályozhatjuk. Az 5, 15 és 25 Ohm-os, valamint a 600 A, ill. 600 B / 150 Ohm / és a 2400 A, ill. 2400 B / 600 Ohm / kivezetéseken a közös földhöz képpest / trafo-közép / nyerünk feszültséget, míg a 600 és 2400 Ohm A - B csatlakozóin a jel a középhez képpest 180°-os fáziskülönbséggel jelenik meg / Cs 2 - Cs 4 /. Ha szimmetrikus fogyasztót csatlakoztatunk a készülékhez, a műszer közös földpontja nem köthető össze a fogyasztó földpontjával, mert a kimenő transzformátor egy részét rövidre zárná.

A kimenőfeszültség mérő műszer minden esetben a közös földhöz képpest méri a feszültséget, tehát a szimmetrikus impe-

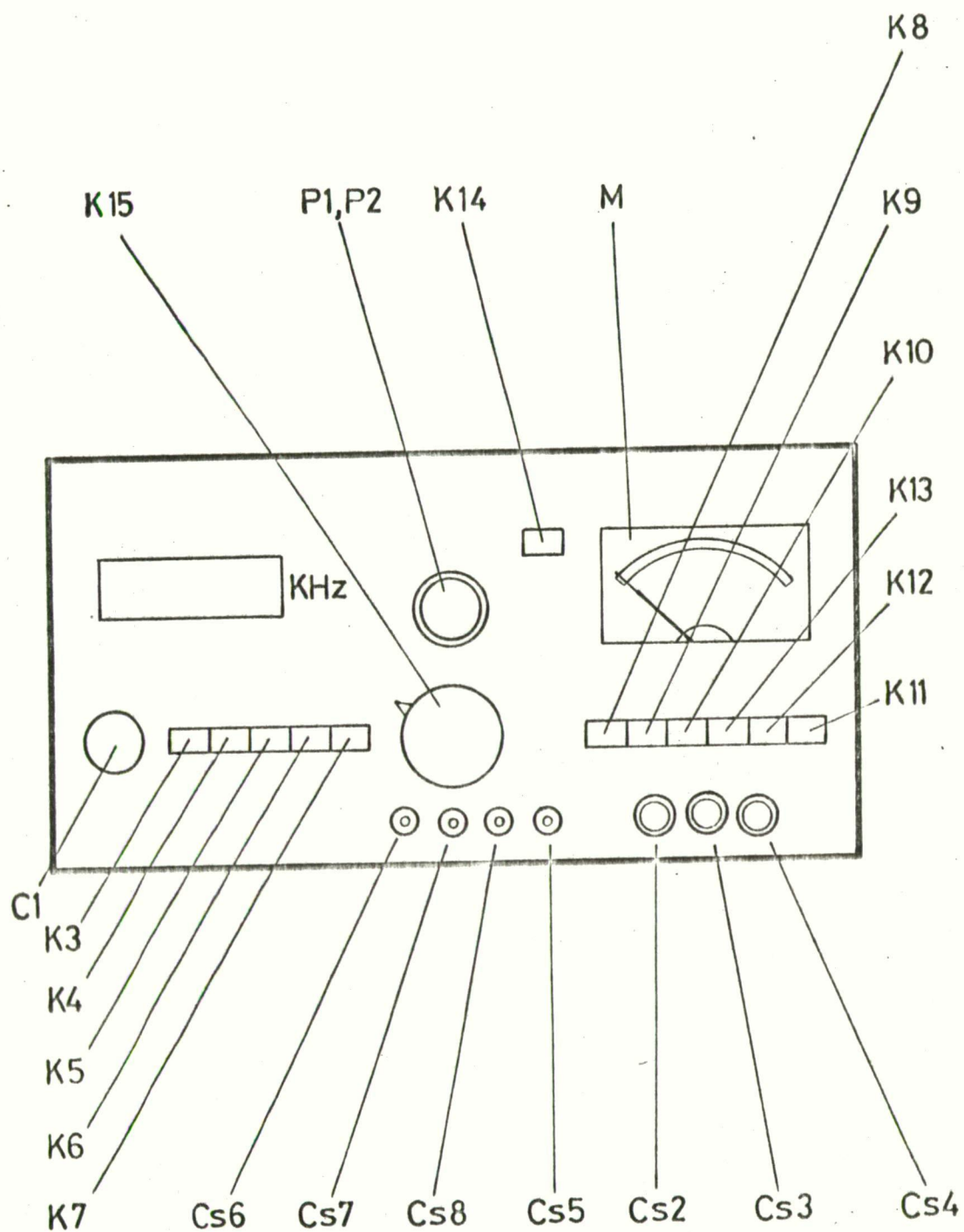
dancián levő teljes feszültséget csak az impedancia választó kapcsoló mindkét megfelelő állásában mérhető feszültség összeadásával kapjuk meg.

A készülék túlterhelése / zárlat / esetén a beépített elektronikus biztonsági berendezés lekapcsolja az erősítő rész tápfeszültségét. A további üzemeltetés érdekében szüntessük meg a terhelést, majd 15 - 20 másodperc elteltével nyomjuk meg a jobb oldalon elhelyezett RESET gombot / K 14 /. A készülék túlterheltségét a gomb melletti jelző dióda / JD 1 / világítása jelzi.

A 10 Watt-nál nem nagyobb terhelést csak ez után csatlakoztassuk újra a készülékhez.

A készülék kikapcsolása üzemeltetés végén a hátoldalon levő piros nyomógomb / K 1 / újabb benyomásával és visszaeresztésével történik.







V T E

V Á L T A K O Z Ó Á R A M U   T Á P E G Y S É G

M Ű S Z E R K Ö N Y V E

### . Mérőterem bemutatása

A mérőterem terve 15 fős csoport részére készült. A 15 fő, 3 fős mikrocsoportokban végzi a méréseket. A mérőhelyek elhelyezésénél figyelembe kell venni a mérések kényelmes és gyors elvégzésének szempontját, a mérés alatt a tanár segítő-ellenőrző tevékenységének szükségességét, valamint a táblára, vetítőfelületre való rálátás fontosságát.

Ténylegesen szempont a hőmérséklet megvilágításán kívül, erőssége, a helyiség mérete és a nyílászárók helyzete is.

A mérőhelyek mesterséges megvilágításának erőssége minimum 500 Lux legyen és az új intézeti előírásoknak megfelelő fényterelőrácsos kivitelű. A mérőterem padlózatát rossz villamosvezető képességű, pormentes anyagból célszerű készíteni.

Amennyiben a mérőterem helyisége újonnan készül, vagy lehetőség van a helyiség átalakítására, akkor padlózatot kell készíteni a vezetéknek. Olyan esetben, ha erre nincs lehetőség, a mérőhelyeket a tápegységgel külső vezetékcsatlakozással kell összekötni. A szerelés és kialakítás folyamataiban szigorúan be kell tartani az érintésvédelmi előírásokat. A mérőterem mérőhelyének elhelyezésére, az idevonatkozó előírásokra és szabványokra, az 1980-ban kiadott villamosipari mérőterem felszerelési normatívára tettem ajánlást. A labor bemutatása fényképfelvételekkel történik. Az 1. számú felvételen a tápegység vezérlőasztal látható, a 2. és 3. számú felvétel a mérőhelyek kialakításáról készült. A 4. felvételen egy próbamérőhely tekinthető meg.



### Tápegység ismertetése

A mérőhelyek kialakítását befolyásolják a helyiség méretei, az intézeti lehetőségek, az egyéni elképzelések. A mérőhelyek tápegységének hálózata, védelme azonban lehet egységes, ezen a változó külső vázon belül.

Követelmény, hogy a tápegység megfelelő terhelhetőségű, stabilizált, elektronikusan biztosított, univerzálisan alkalmazható legyen, meg kell hogy feleljen a magyar szabványban előirt érintésvédelmi előírásoknak is. Az ismertetésre kerülő tápegység tartalmazza azokat a tápfeszültségeket, amelyek segítségével a legkülönbözőbb jellegű mérések végezhetők. Az 1. számú ábrán a vezérlőasztal, tápfeszültség bevezetése illetve működtető áramkörök vannak feltüntetve.

Az érintésvédelmi és tűzrendészeti előírásoknak megfelelően a hálózat egy FI-40-es érintésvédelmi relé bemenetére kerül. Erről a reléről csatlakozik a hálózat a különböző villamoskészülékekre és kivezetésekre. A hálózatok biztonságához kismegszakítókat és biztosítókat alkalmaztam. A feszültségek kapcsolása DIL- rendszerű magnetikapcsoló segítségével történik. A működtető áramkörök gombjait FI-40 típusú világítócsatlakozók, a hálózati feszültség csak egy külön biztonsági kapcsolón keresztül kerülhet a működtető áramkörökre. Ezzel elkerülhető az, hogy illetéktelen személy feszültség alá helyezze a labort. A kapcsolási rajzon lévő TD-3000-es toroid transzformátor elő egy hálózati levezető transzformátor kerül. Ennek érintés és áramkörvédelmi

szempontjai vannak. A rajzon feltüntetett kivezetések, illetve csatlakozási pontok a 2-es, 3-as rajz panelpontjaihoz csatlakoznak.

### A 2-es ábra áramkörének működése

A stabilizátorok A 723-as univerzális áramkörre épülnek. Az integrált áramkör tartalmaz egy hőmérsékletkompenzált referenciafeszültség forrást és egy szimmetrikus bemenetű differenciaerősítőt, a szimmetrikus kimenettel. A differenciaerősítő kimenete soros áteresztő tranzisztorokat működtet. Lehetőség van a kimeneti áram határolására is.

A CL és CS bemenetekre kapcsolt feszültség hatására a soros áteresztőtranzisztor lezár. A kimeneti áram megnövelését a  $T_1 - T_2$  darlington kapcsolású tranzisztorpárral lehet megvalósítani. A szimmetrikus bemenetű hibajel erősítő neminvertáló bemenetére a referencia feszültség  $R_3 - P_1$  potenció-méter által becsatolt része kerül, az invertáló bemenetre a kimeneti feszültség  $R_4 - R_5$  feszültségosztó által leosztott értéke. Ha a kimeneti feszültség a terhelés-változás hatására megváltozik, a hibajelerősítő a soros áteresztő tranzisztoroknak megfelelő vezérlésével, a kimeneti feszültséget a beállított értékre visszaállítja. A kimeneti áram az  $R_2$  ellenálláson átfolyik és rajta feszültségcsúszást hoz létre és ez a feszültség vezérli a CL és CS bemeneteken keresztül a kimeneti áram maximális értékét. Ha kimeneti áram  $R_2$  ellenálláson 0,6 V-nál nagyobb feszültséget

hoz létre, a kimeneti feszültség letörik és a rendszer áram generátoros jellegét ölt.

Az éteresztő tranzisztorokon fellépő teljesítményvesztés ilyenkor jelentős.

Rövidzár esetén az  $R_1$ -es ellenálláson a feszültségesés nyitósba viszi a  $T_3$ -as tranzisztort, amely a  $T_1$  tranzisztort vezérli.

A tranzisztor aktív állapotba kerül és működésbe hozza a  $T_5 - T_6$  tranzisztorokkal telepített antabill multivibrátort.

A vezérlőasztalba épített  $D_3$ -as / CQY-26 / világító dióda jelzi a zárlatot, valamint működésbe lép a  $T_4$ -es tranzisztor és a kompenzáló bemeneten keresztül kikapcsolja a rendszert, a kimeneti feszültség 0 értékű lesz.

A zárlat megszűnése után az HL-es jelű nyomógommbal a tranzisztor kikapcsolható, így a kimeneti feszültség visszaáll a beállított értékre.

Az  $R_{14}$ -es jelű változtatásával az M jelű mérőponton minimum 6 V-ot kell beállítani a tranzisztor aktív állapotában.

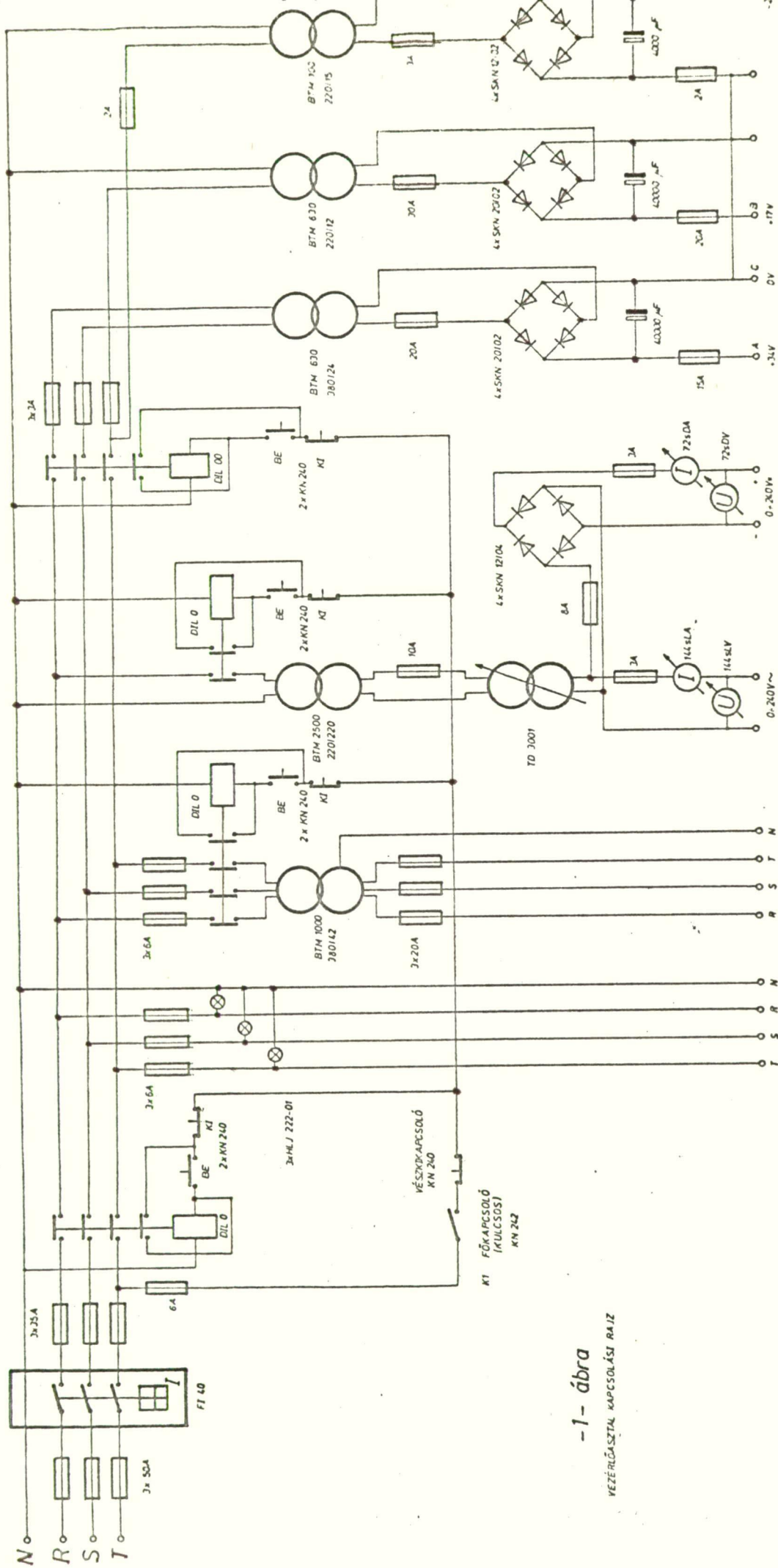
/ 24 és 15 V esetén Pb. 680; 5, 9 és 12 V esetén Kb. 470 / Ez az érték egyrészről a  $D_3$  dióda fényerejét, valamint a  $D_2 - D_1$  leválasztó diódák küszöbfeszültségét és a  $T_4$  tranzisztor nyitófeszültségét biztosítja.

A mindenkor kimeneti tápfeszültséget / a 3-as rajzon feltüntetett  $EA_1$  5 V;  $EA_2$  9 V;  $EA_3$  12 V;  $EA_4$  15 V;  $EA_5$  24 V / panelenként a  $P_1$ -es jelű potencióméterrel kell beállítani. A negatív kimenetű feszültséget az A 7915-ös típusú



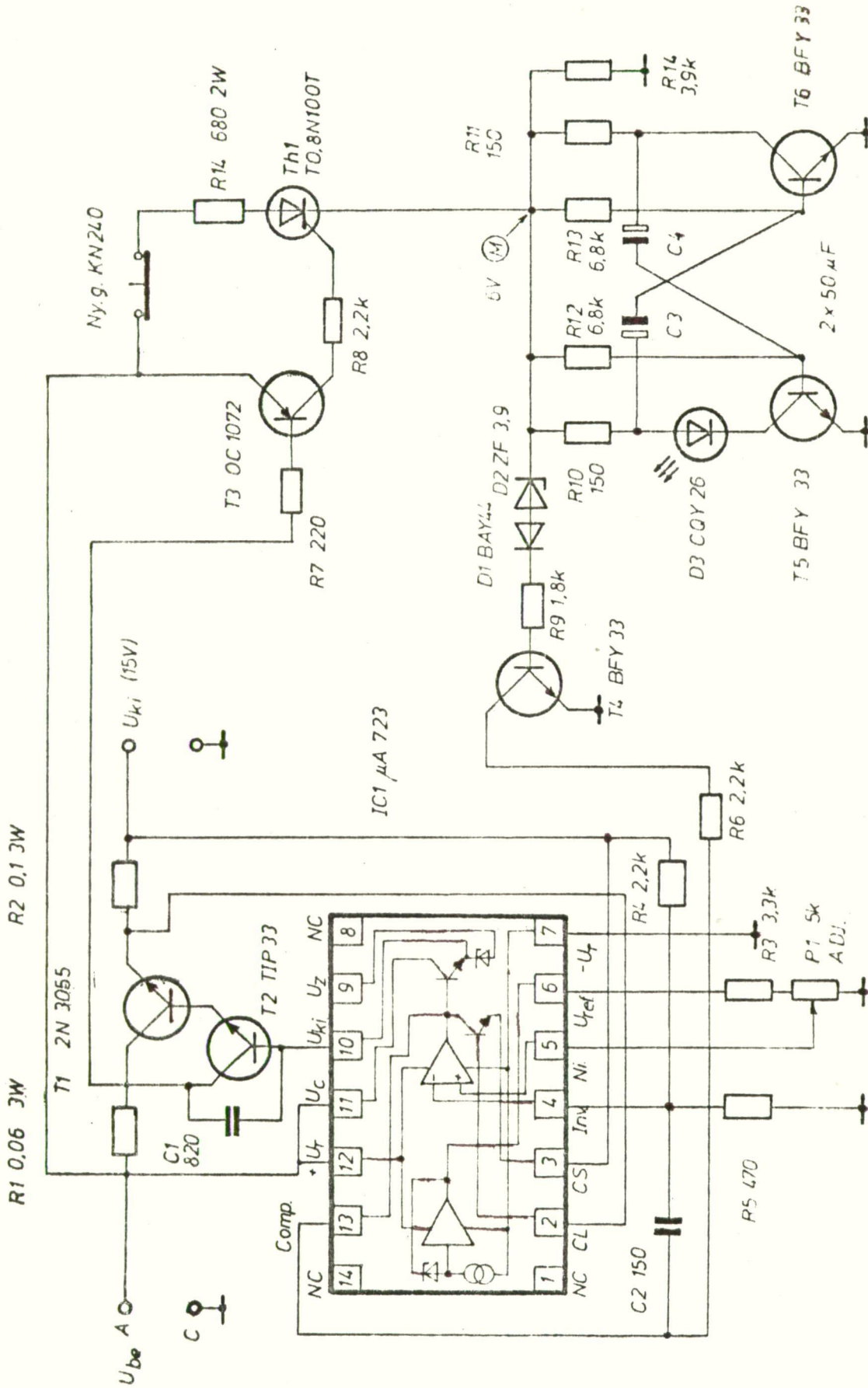
fix feszültségű stabilizátorral állítjuk elő. / PA<sub>6</sub> /  
A T<sub>1</sub> - T<sub>2</sub>-es jelű tranzisztorokat hűtőfelületekre kell  
szerelni a rajtuk fellépő teljesítményvesztés miatt  
/ 750 cm<sup>2</sup> minimum /. Az 5, 9, 12, 15, 24 V-os stabilizált  
tápfeszültség maximálisan 5 Amperrel terhelhető.  
Negatív kimenetelű feszültség terhelése 1 Amper lehet.





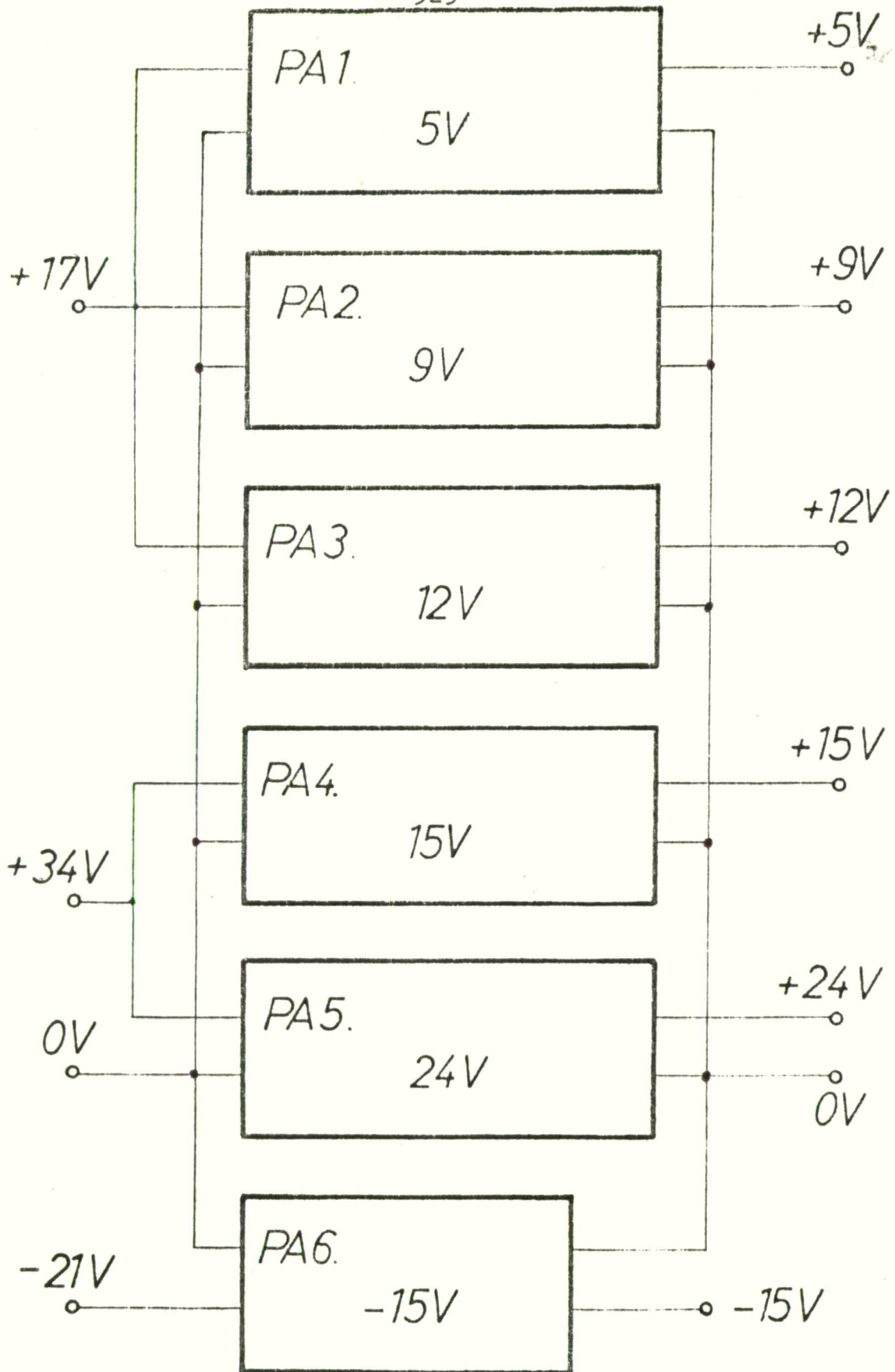
-1- ábra

VEZÉRLŐKÁSZTAL KAPCSOLÁSI RÁZ



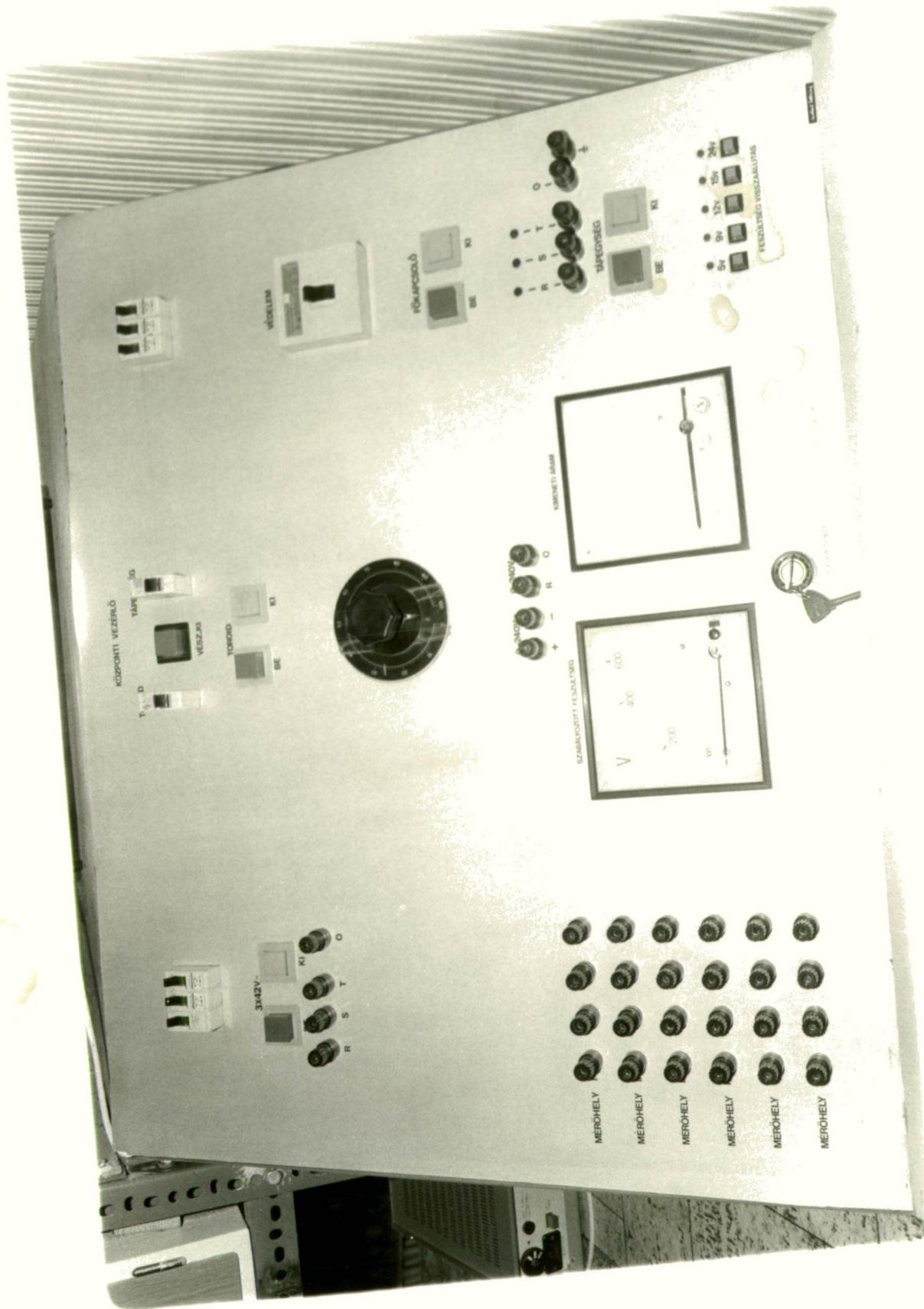
-2- ábra

STABILIZÁLT TÁPEGYSÉG KAPCSOLÁSI RAJZ



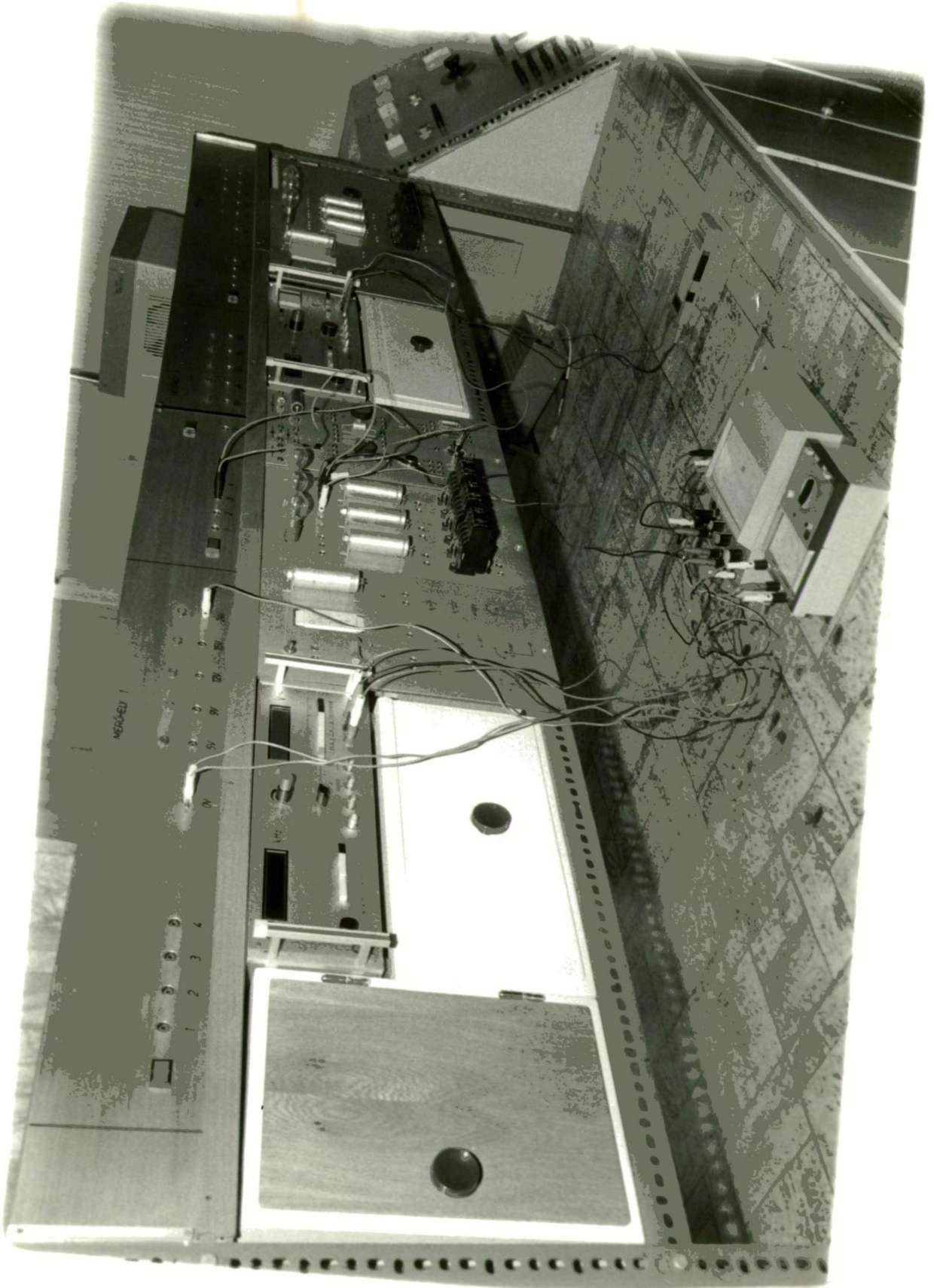
-3- ábra

FESZÜLTÉS STABILIZÁLÓ EGYSEGEK

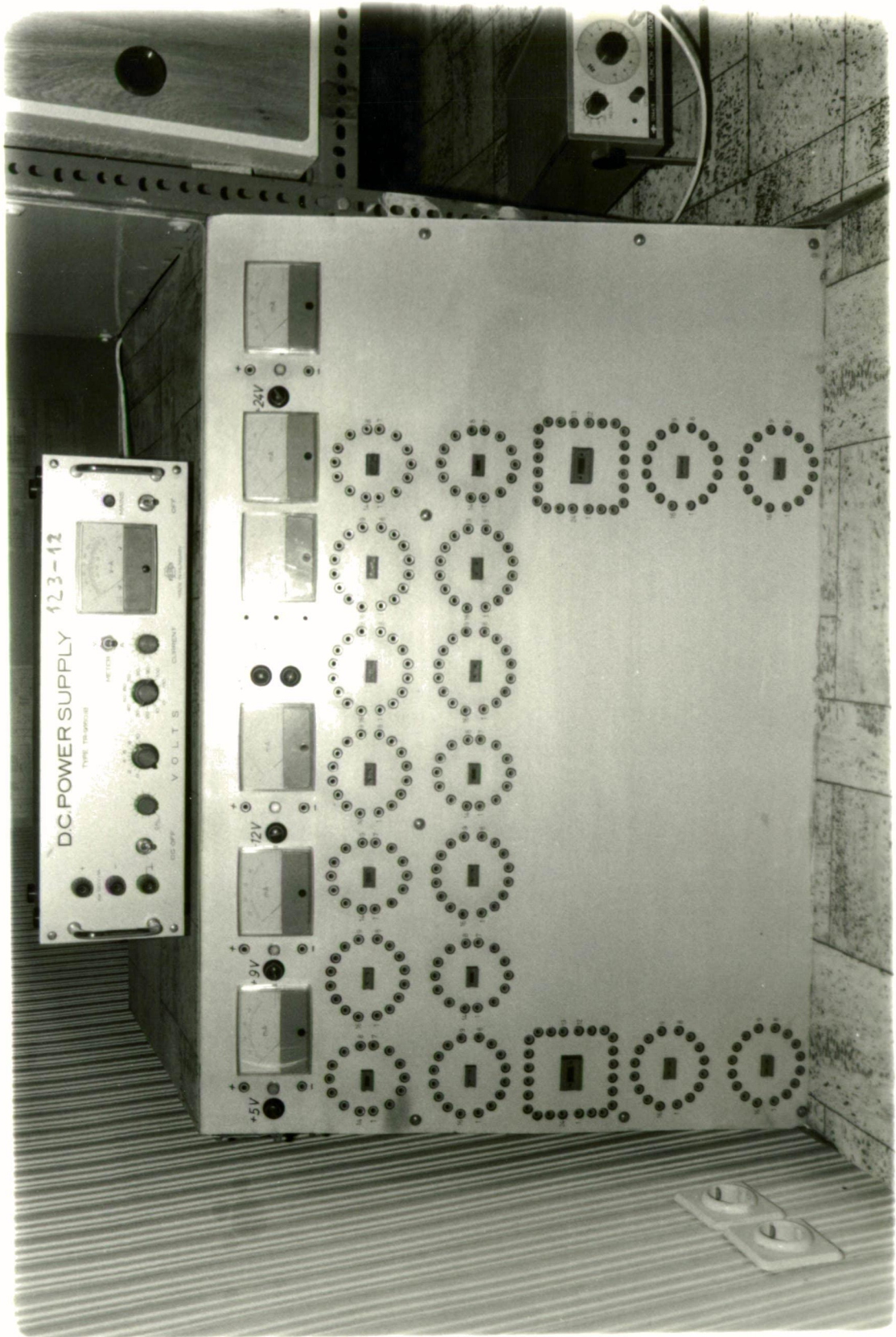












M P - 1

M P - 2

M P - 3

M É R Ů P A N E L E K



## Váltakozó áramú mérések paneljei

A mérésre kerülő áramköri elemek, alkatrészek elhelyezése panelen történik. Az alkalmazott panelek szilárd rögzítést biztosítanak az alkatrészek számára. A felerősített alkatrészek csatlakozási végei banánhüvelyhez vannak kivezetve. A mérőpanel alaplapját ezért szigetelő anyagból kell készíteni. / bakelit / Borítólapként alumíniumlapot használunk, amely a banánhüvelyeknél a villamos csatlakozásoknál kivágásra kerül, ezzel biztosítva azok egymástól való elszigetelését. Az alumíniumlap grafikázott, amelyre az áramkörök műszaki paraméterei, értékei és számításai kerülnek. Az alkalmazott panelrendszerrel villamos mérések összeállításához szükséges idő lerövidül, áttekinthető és stabil lesz a kapcsolás. A tápegységek, a mérőműszerek és az alkatrészek között a kontaktus mérőzsinorok dugaszolásával könnyen és gyorsan megvalósítható. A mérés átalakítása, a hibák kijavítása nem igényel bonyolult kapcsolási, szerelési tevékenységet. A mérőpanelek a mérőhelyek vázasműköztetőhöz rögzítettek csavarozással. A panelek gyors cserélhetőségével a mérőhelyek, a mérőlaboratórium univerzálisan felhasználhatóvá válik. A gyors csere lehetővé teszi, hogy a tanítási órák közötti szünetben a tanár a panelek átrendezésével felkészülhessen a következő mérési foglalkozásra. A váltakozóáramú mérésekhez három darab panel szükséges, melyek tartalmazzák azokat az áramköri elemeket és alkatrészeket, amelyek a téma tanításához, a váltakozóáramú mérés-

sekhez szükségesek.

Az egyes panel /  $P_1$  / alkatrészei:

- Ellenállás  $R = 33$   $P = 10\text{ W}$  20%-os 1 db
- Kondenzátor  $C = 4,2$  F  $U = 220\text{ V}$  1 db
- Induktivitás 2 RF - 40 fénycsőfojtótekercs 1 db.

A kettes panel /  $P_2$  / alkatrészei:

- Izzók  $P = 45/40\text{ W}$   $U = 24\text{ V}$  3 db
- Kondenzátor  $C = 4,2$  F  $U = 220\text{ V}$  2 db
- Mágneskapcsoló DIL 00 - 52  $U = 24\text{ V}$  3 db

A hármas panel /  $P_3$  / alkatrészei:

- Háromfázisú forgó mágneses tér szemléltetésének eszköze  
SZITEK 6002/D

A mérőpanelekről készült fényképfelvételen látható az alkatrészek rögzítésének, illetve a kivezetések megoldása és a grafikázás elhelyezésének módja.

### Mérőpanelek felépítése

A bemutatásra kerülő panelek kétrétegű kivitelben készülnek. Az alsó réteg szigetelőlap, erre kerülnek felerősítésre az alkatrészek, csatlakozóhüvelyek, mérőpontok. A felső réteg anyaga alumínium a grafikázás miatt. A két réteget megfelelő illesztés után össze kell ragasztani. A ragasztóanyag megszilárdulását követően a panelekre fel kell tűzni a rögzítő csavarok helyét. Egy-egy panel bevezetésekor figyelembe kell venni, hogy milyen mennyiségű szöveget, rajzot kell elhelyezni, milyenek a felerősítésre kerülő alkatrészek méretei és, hogy ezeknek az alkatrészeknek milyen sorrendben kell követniük egymást.

Gyártás folyamán első lépésként a paneleket méretre kell vágni. A szükséges furatokat, kivágásokat el kell készíteni. Ezt követően sorjátlanítani kell. A kijelölt műveleteket úgy kell elvégezni, hogy a panelek felülete minél kevesebb károsodást szenvedjen.

Az így előkészített paneleket vízzel lemosjuk, majd hígított nátronlúgba helyezzük. A nátronlúgban való állásidő kb. 30 perc. A kiemelt panelt a lúgtól tisztavízzel leöblítjük, majd szárazra töröljük.

Nagyon lényeges, hogy közben, sőt a feliratozás és rajzolás alatt se fogjuk meg kézzel az előkészített panelfelületet.

A panelek grafikázása többféle eljárással történhet.

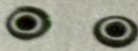
Javaslatom szerint a panelek szövegét, jelöléseit készítsük letrassal, a kapcsolási rajzokat pedig tuszal rajzoljuk.

Száradás után az egész panelfelületet lakkozzuk le. A lakkozással külső mechanikus behatások ellen védelmet nyújtunk a feliratoknak és rajzoknak.





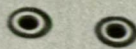
R



$$R = \frac{U}{I}$$

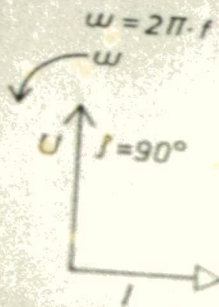


L

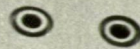


$$X_L = \frac{U}{I}$$

$$X_L = \omega \cdot L$$



C



$$X_C = \frac{U}{I}$$

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

